

**SISTEM PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO  
PADA RUMAH TANAMAN**



**MEJI MEDIAWAN**

**5215134385**

**Skripsi Ini ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

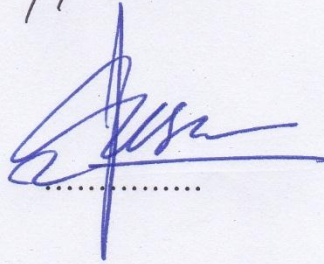
TANGGAL

**Drs. Jusuf Bintoro, MT.**  
(Dosen Pembimbing 1)



13/2 2018

**Dr. Muhammad Yusro, MT., Ph.D**  
(Dosen Pembimbing 2)



8/2 2018

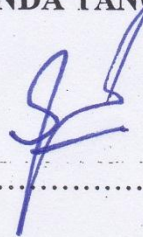
## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

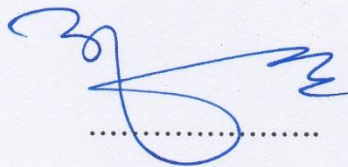
TANGGAL

**Dr. Moch. Sukardjo, M.Pd**  
(Ketua Penguji)



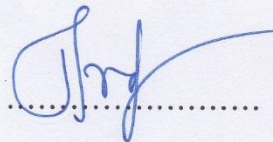
6/2 2018

**Dr. Efri Sandi, MT.**  
(Sekretaris)



7/2 2018

**Taryudi, Ph.D**  
(Dosen Ahli)



8/2 2018



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi yang saya buat adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis skripsi yang saya buat adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Januari 2018

Yang Membuat Pernyataan



Meji Mediawan

5215134385

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan semesta alam yang senantiasa memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Shalawat beserta Salam semoga tetap tercurah-limpahkan kepada manusia terbaik dan teladan bagi seluruh manusia, Nabi Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam rangka mendapatkan gelar sarjana khususnya untuk Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini tak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka penulis berterimakasih kepada :

1. Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T selaku ketua Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika.
2. Drs. Jusuf Bintoro, M.T selaku Dosen Pembimbing I
3. Dr. Muhammad Yusro, M.T selaku Dosen Pembimbing II
4. Keluarga Besar dan Rekan-rekan seperjuangan.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih dan semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah terlibat dan membantu proses penelitian ini. Semoga penelitian skripsi yang telah penulis lakukan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Jakarta, Januari 2018

Penulis

## ABSTRAK

**MEJI MEDIAWAN. NIM: 5215134385. Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino pada Rumah Tanaman. Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2018.**

Penelitian sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman bertujuan untuk merancang, membuat dan menguji sistem untuk dapat melakukan penyiraman, mengalirkan nutrisi hidroponik secara otomatis, dan melakukan pengkabutan pada lingkungan rumah tanaman, juga melakukan monitoring temperature lingkungan pada rumah tanaman.

Metode yang digunakan pada penelitian sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman adalah rekayasa teknik. Beberapa tahapan yang perlu diperhatikan, yakni tahap perancangan, tahap pembangunan/pembuatan, dan tahap instalasi. Selanjutnya adalah pengujian terhadap produk yang telah di buat dengan menguji beberapa variabel yang telah di telah ditentukan. Penelitian dilakukan di atap gedung elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, pada bulan Juli 2017 sampai dengan Januari 2018.

Hasilnya, Sistem dapat melakukan penyiraman, mengalirkan nutrisi hidroponik, dan melakukan pengkabutan secara otomatis dengan tegangan yang bekerja sebesar 208-214 VAC dan 15 VDC, serta tegangan pin Arduino yang konstan sebesar 4,8 VDC. Sistem juga dapat menampilkan kondisi terkini dari status kelembapan tanah dan temperatur rumah tanaman. Dengan melakukan pengujian terhadap penanaman tanaman, didapatkan hasil pertumbuhan tanaman pada metode hidroponik lebih cepat dibandingkan dengan metode penanaman konvensional. Berdasarkan hasil pengujian tersebut sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman dapat bekerja dengan baik sesuai rancangan.

**Kata-kata Kunci:** Penyiram tanaman, Arduino, Rumah Tanaman

## **ABSTRACT**

**MEJI MEDIAWAN. NIM: 5215134385. Automatic Plant Watering System Arduino Based on Greenhouse. Skripsi. Jakarta: Vocational Education of Electronics Engineering Programs, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta, January 2018.**

*The purpose of this research is to design, create and test the system to be able to watering, drain hydroponic nutrients automatically, and to fog the plant environment, also to monitor the environmental temperature in the plant house.*

*The method used in the research of Automatic Plant Watering System Arduino Based on Greenhouse is Rekayasa Teknik. Some stages to note, namely the design stage, the stage of development / manufacture, and installation phase. Next is the test of the product that has been made by testing some variables that have been previously specified. The research was conducted on the roof of the electro building, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, from July 2017 to January 2018.*

*As a result, the system can perform watering, drain hydroponic nutrients, and do the pengkabutan automatically with working voltage of 208-214 VAC and 15 VDC, and constant voltage Arduino pin of 4.8 VDC. The system can display the current state of the soil moisture status and the temperature of the greenhouse. By testing the cultivation of plants, obtained the results of plant growth in hydroponic methods faster than conventional cultivation methods. Based on the results of the Automatic Plant Watering System Arduino Based on Greenhouse well according to the design.*

**Keywords :** *Watering Plants, Arduino, Greenhouse*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Perumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Landasan Teori .....	7
2.1.1 Pengertian Sistem .....	7
2.1.2 Penyiram Tanaman Otomatis .....	8
2.1.3 Rumah Tanaman ( <i>Greenhouse</i> ) .....	10
2.1.4 Pengairan/Irigasi .....	11
2.1.5 Hidroponik .....	16
2.1.6 Tanaman Sawi China / Pak Choi ( <i>Brassica rapa L</i> ) .....	21
2.1.7 Arduino .....	23
2.1.8 Pengertian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino pada Rumah Tanaman ( <i>Greenhouse</i> ) .....	28
2.1.9 Arduino IDE .....	28
2.1.10 Catu Daya .....	31
2.1.11 Sensor Temperatur dan Kelembapan Udara DHT22 .....	32
2.1.12 Kelembapan Tanah .....	33
2.1.13 Sensor Kelembapan Tanah ( <i>Soil Moisture</i> ) .....	34
2.1.14 Sensor Level Air .....	36
2.1.15 RTC DS3231 .....	37

2.1.16	LCD Karakter 2x16.....	38
2.1.17	Pompa Air Listrik.....	40
2.2	Kerangka Berpikir .....	42
2.2.1	Definisi Alat .....	42
2.2.2	Blok Diagram Sistem .....	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		44
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	44
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	44
3.2.1	Perangkat Keras .....	44
3.2.2	Perangkat Lunak.....	45
3.2.3	Alat Ukur.....	45
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	45
3.3.1	Perancangan Sistem .....	47
3.3.2	Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	54
3.3.3	Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	59
3.4	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data .....	65
3.5	Teknik Analisis Data .....	65
3.5.1	Kriteria Pengujian Hardware.....	65
3.5.2	Kriteria Pengujian <i>Software</i> .....	77
3.5.3	Pengujian Hasil Kerja Sistem terhadap Tanaman .....	78
BAB IV HASIL PENELITIAN .....		80
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian .....	80
4.1.1	Langkah Kerja Alat .....	83
4.2	Analisis Data Penelitian .....	87
4.2.1	Pengujian Hardware .....	88
4.2.2	Pengujian Software .....	94
4.2.3	Pengujian Hasil kerja Sistem terhadap Tanaman .....	96
4.3	Pembahasan .....	99
4.4	Aplikasi Hasil Penelitian .....	101
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		102
5.1	Kesimpulan.....	102
5.2	Saran .....	103
DAFTAR PUSTAKA .....		105
LAMPIRAN.....		107



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Tanaman di Indonesia.....	9
Gambar 2. 2 Greenhouse di daerah Subtropis.....	10
Gambar 2. 3 Greenhouse di Daerah Tropis.....	11
Gambar 2. 4 Sistem Irigasi Permukaan.....	13
Gambar 2. 5 Sistem Irigasi Bawah Permukaan.....	14
Gambar 2. 6 Sistem Irigasi Curah.....	15
Gambar 2. 7 Sistem Irigasi Tetes .....	15
Gambar 2. 8 Teknik Hidroponik : Sistem Aeroponik .....	17
Gambar 2. 9 Teknik Hidroponik : NFT .....	17
Gambar 2. 10 Teknik Hidroponik : Sistem Tetes .....	18
Gambar 2. 11 Teknik Hidroponik : DFT .....	19
Gambar 2. 12 Teknik Hidroponik : Sistem Pasang Surut .....	20
Gambar 2. 13 Teknik Hidroponik : Sistem Sumbu.....	20
Gambar 2. 14 Teknik Hidroponik : Sistem Kultur Air .....	21
Gambar 2. 15 Tanaman Sawi China/Pak choi .....	22
Gambar 2. 16 Papan Arduino.....	23
Gambar 2. 17 Arduino MEGA 2560.....	25
Gambar 2. 18 Tampilan Awal Arduino IDE.....	29
Gambar 2. 19 Konfigurasi Board Arduino yang digunakan .....	30
Gambar 2. 20 Konfigurasi Board Arduino di COM .....	30
Gambar 2. 21 Diagram Blok : Prinsip Dasar Catu Daya .....	31
Gambar 2. 22 Sensor Temperatur dan Kelembapan Udara DHT22 .....	33
Gambar 2. 23 Sensor Kelembapan Tanah.....	35
Gambar 2. 24 Skematik Sensor Level Air .....	37
Gambar 2. 25 RTC DS3231 .....	37
Gambar 2. 26 LCD Karakter 2x16.....	39
Gambar 2. 27 Pompa Nutrisi 220V AC .....	41
Gambar 2. 28 Pompa Gelembung/Aerator.....	41
Gambar 2. 29 Pompa Air 12V DC .....	41
Gambar 2. 30 Diagram Blok Sistem .....	42
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	46
Gambar 3. 2 Diagram Alir Rancangan sistem (a) .....	48
Gambar 3. 3 Diagram Alir Rancangan sistem (b).....	49
Gambar 3. 4 Diagram Alir Rancangan sistem (c) .....	50
Gambar 3. 5 Rancangan Rumah Tanaman (greenhouse).....	55
Gambar 3. 6 Rancangan Rangka Penyiram Tanaman.....	56
Gambar 3. 7 Rancangan Sistem Hidroponik.....	57
Gambar 3. 8 Rancangan Catu Daya .....	58
Gambar 3. 9 Rancangan Driver Relay .....	59
Gambar 3. 10 Tampilan Awal Arduino IDE.....	60
Gambar 3. 11 Diagram Alir Program (a) .....	62

Gambar 3. 12 Diagram Alir Program (b) .....	63
Gambar 3. 13 Diagram Alir Program (c) .....	64
Gambar 3. 14 Pengujian sensor kelembapan tanah.....	66
Gambar 3. 15 Pengujian sensor temperatur .....	67
Gambar 3. 16 Pengujian Pompa Air .....	69
Gambar 3. 17 Pengujian Pompa Nutrisi.....	71
Gambar 3. 18 Pengujian Aerator Nutrisi.....	73
Gambar 3. 19 Pengujian Sprayer .....	75
Gambar 4. 1 Metode Penanaman Konvensional .....	80
Gambar 4. 2 Metode Penanaman Hidroponik.....	81
Gambar 4. 3 Rumah tanaman (greenhouse).....	81
Gambar 4. 4 Alat Pengendali Sistem .....	82
Gambar 4. 5 Saklar Daya pada Alat.....	83
Gambar 4. 6 Tampilan awal sistem.....	83
Gambar 4. 7 Tampilan Waktu .....	84
Gambar 4. 8 Cek kondisi tanah .....	84
Gambar 4. 9 Cek Temperatur .....	85
Gambar 4. 10 Saklar Pengalir Nutrsi Manual .....	86
Gambar 4. 11 Tombol Penyiraman Manual .....	86
Gambar 4. 12 Tombol Pengkabutan Manual .....	87
Gambar 4. 13 Grafik Pengujian Sensor Temeperatur .....	89
Gambar 4. 14 Perbandingan Jumlah Daun.....	97
Gambar 4. 15 Perbandingan Tebal Batang .....	97
Gambar 4. 16 Perbandingan Tinggi Tanaman .....	98

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Botani Sawi China/Pak choi .....	22
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino MEGA 2560 .....	26
Tabel 2. 3 Spesifikasi Teknis DHT22 .....	32
Tabel 2. 4 Status Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah.....	36
Tabel 3. 1 Daftar Penggunaan Pin Arduino .....	61
Tabel 3. 2 Tabel Pengujian Sensor Kelembapan Tanah .....	66
Tabel 3. 3 Tabel Pengujian Sensor Temperatur .....	68
Tabel 3. 4 Tabel Pengujian Pompa Air .....	70
Tabel 3. 5 Tabel Pengujian Pompa Nutrisi .....	72
Tabel 3. 6 Tabel Pengujian Aerator Nutrisi .....	74
Tabel 3. 7 Tabel Pengujian Pompa Sprayer .....	76
Tabel 3. 8 Tabel Pengujian Program LCD (Liquid Crystal Display).....	77
Tabel 3. 9 Tabel Pengujian Hasil Kerja Sistem terhadap Tanaman.....	78
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah .....	88
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Temperatur.....	88
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Pompa Air.....	90
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Pompa Nutrisi .....	91
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Aerator Nutrisi.....	92
Tabel 4. 6 Hasil pengujian Pompa Sprayer.....	93
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Program LCD (Liquid Crystal Display) .....	94
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kerja Sistem .....	96

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penduduk dunia semakin bertambah dari hari ke hari. Diketahui pada tahun 1930 manusia yang hidup di dunia hanya sekitar 2000 juta jiwa, tahun 1960 naik menjadi 3000 juta jiwa, tahun 1975 menjadi 4000 juta jiwa dan pada tahun 2000 penduduk dunia melebihi angka 6000 juta jiwa. Konsekuensi yang ditimbulkan oleh pertambahan penduduk adalah meningkatnya kebutuhan hidup terutama pangan, sehingga perluasan areal pertanian dan pemanfaatan teknologi pertanian sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan tersebut. (Rosmarkam & Yuwono, 2002 : 23)

Menurut Widyawati (2013:25), kecenderungan yang terjadi dalam perkembangan perkotaan di negara dunia ketiga, termasuk Indonesia adalah adanya pertumbuhan penduduk yang begitu pesat. Akibatnya daya dukung perkotaan tidak lagi bisa menopang kehidupan sebagian masyarakat perkotaan secara layak. Problema yang dihadapi antara lain dalam hal *penyediaan pangan* dan fasilitas kehidupan yang layak terutama bagi masyarakat menengah kebawah.

Perkembangan penduduk di perkotaan yang begitu pesat menyebabkan berkurangnya ketersediaan lahan terbuka untuk dimanfaatkan menjadi lahan hijau pertanian oleh masyarakatnya. Tidak dapat dipungkiri bahwa kebutuhan masyarakat perkotaan atas ketersediaan lahan hijau kian meningkat. Beberapa usaha untuk mencari solusi terhadap terbatasnya lahan adalah dengan mengembangkan metode pertanian yang tepat dengan kondisi di perkotaan.

Salah satu metode penanaman tanaman budidaya yang sedang dalam tahap pengembangan saat ini adalah metode penanaman dalam *greenhouse*. *Greenhouse* merupakan bangunan yang berkerangka atau dibentuk menggelembung, diselubungi bahan bening atau tembus cahaya yang dapat meneruskan cahaya secara optimum untuk produksi dan melindungi tanaman dari kondisi iklim yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman.

Perkembangan *greenhouse* di Indonesia belum begitu diminati oleh banyak kalangan, dikarenakan pengetahuan terkait *greenhouse* yang belum menyentuh masyarakat awam Indonesia. Pada kenyataannya, sebagian besar pemanfaatan *greenhouse* di Indonesia sudah dilakukan oleh segelintir orang ataupun suatu instansi untuk perlindungan tanaman dari hama dan cuaca tropis, juga sebagai tempat proses pembibitan, dikarenakan iklim tropis yang telah dimiliki Indonesia sudah menunjang sebagian besar tanaman dalam masa tumbuh. Namun peran *greenhouse* pada tahap pembibitan juga sangatlah vital, untuk menjaga beberapa unsur yang harus dipertahankan dalam melakukan pembibitan tanaman itu sendiri.

Penerapan beberapa sistem yang dibutuhkan pada *greenhouse* juga merupakan hal yang sangat perlu diperhatikan lebih lanjut, contoh dalam hal ini adalah instalasi sistem pengairan yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman yang ada di dalamnya. Sistem pengairan pada *greenhouse* sangatlah penting dikarenakan akan berkaitan dengan proses penyiraman tanaman.

Dalam pemeliharaan tanaman, tentu kegiatan penyiraman merupakan suatu hal yang penting. Penyiraman tanaman harus dilakukan dengan tepat waktu karena hal tersebut dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Maka



dibutuhkan suatu penerapan sistem yang dapat mengatur penyiraman tanaman dalam kondisi yang tepat dan juga bisa meminimalisir kerja manusia.

Suatu sistem otomatis sangatlah memungkinkan melakukan suatu kendali terhadap kegiatan penyiraman yang tepat waktu demi mendukung proses pertumbuhan tanaman dalam *greenhouse*. Untuk membuat suatu sistem yang otomatis diperlukan suatu pusat kendali dari yang akan berfungsi untuk mengendalikan seluruh kegiatan yang akan di proses oleh sistem secara umum.

Tidak sebatas itu, penerapan metode penanaman tanaman yang berbeda sekalipun sangat memungkinkan untuk dilakukan didalam *greenhouse*. Artinya *greenhouse* harus memiliki kemampuan dalam menerapkan metode penanaman yang berbeda sekaligus. Sebagai contoh mengaplikasikan metode penanaman konvensional dengan metode penanaman hidroponik di dalam *greenhouse* yang sama misalnya.

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino sangatlah memungkinkan untuk menjadi sebuah *board* pengendali dalam sebuah sistem otomatis.

Membangun sebuah sistem yang berbasis Arduino yang akan difungsikan untuk kegiatan penyiraman tanaman pada *greenhouse* dirasa dapat menjadi sebuah terobosan terbaru dengan harapan manfaat yang akan dirasakan oleh pengelola.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Sistem Penyiram Tanaman Otomatis berbasis Arduino pada Rumah Tanaman (*greenhouse*)”.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat diidentifikasi suatu masalah yang akan diteliti :

1. Diperlukan penerapan sistem pengairan atau irigasi untuk mendukung kegiatan penyiraman di dalam sebuah rumah tanaman.
2. Diperlukan suatu penerapan sistem yang dapat mengatur penyiraman tanaman dalam kondisi yang tepat dan meminimailisir tenaga manusia.
3. Diperlukan sistem yang dapat menangani metode penanaman yang berbeda di dalam rumah tanaman, seperti halnya metode penanaman konvensional dan hidroponik.
4. Diperlukan suatu pusat kendali dari yang akan berfungsi untuk mengendalikan seluruh kegiatan yang akan di proses oleh sistem secara umum.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah diatas, maka peneliti membatasi masalah pada perancangan dan proses pembuatan sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*), sebagai berikut :

1. Tidak membahas berbagai unsur hara yang digunakan dalam penanaman tanaman yang digunakan.
2. Jenis pengairan atau irigasi dibatasi pada sistem pengairan tetes (*drip system*).
3. Jenis teknik hidroponik dibatasi pada teknik DFT (*Deep Flow Techniuque*).

4. Jenis tanaman yang digunakan dibatasi pada satu jenis tanaman, yakni tanaman Sawi China atau Pak Choi (*Brassica Rapa L.*).

#### **1.4 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana merancang dan membuat sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) ?”

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari di lakukannya penelitian adalah untuk merancang, membuat dan menguji sistem penyiram otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*), sehingga sistem dapat melakukan penyiraman tanaman secara otomatis, mengalirkan larutan nutrisi pada metode penanaman hidroponik dan melakukan *monitoring* temperatur rumah tanaman (*greenhouse*).

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, antara lain :

1. Dapat menjadi jawaban permasalahan dalam terbatasnya ketersediaan lahan yang dimiliki masyarakat perkotaan untuk melakukan kegiatan pertanian.
2. Meminimalisir kerja manusia dalam melakukan penyiraman tanaman di dalam rumah tanaman (*greenhouse*).

3. Menambah pengetahuan tentang salah satu aplikasi penyiram tanaman dengan menggunakan Arduino.
4. Menjadi bahan referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang teknologi pertanian

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Pengertian Sistem**

Sistem berasal dari bahasa latin (*systema*) dan bahasa yunani (*sustema*) adalah suatu kesatuan yang terdiri dari komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi, atau energi. Sistem juga merupakan kesatuan bagian – bagian yang saling berhubungan yang berada dalam suatu wilayah serta memiliki item – item penggerak.

Berikut adalah beberapa pengertian dari sistem:

- Sistem adalah suatu komposit terpadu dari orang, produk, dan proses yang memberikan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan yang dinyatakan atau tujuan. (The Defense Acquisition University, 2001 : 3)
- Suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan terkumpul untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu aturan tertentu. (Kusrini & Koniyo, 2007 : 5)

Berdasarkan pengertian yang telah dikemukakan oleh kedua tokoh diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pengertian sistem, yaitu “Sistem adalah sekumpulan elemen yang saling terkait dan berinteraksi secara terpadu dalam melakukan fungsinya untuk mencapai suatu tujuan tertentu”.



## **2.1.2 Penyiram Tanaman Otomatis**

### **2.1.2.1 Pengertian Penyiram Tanaman**

Pengertian penyiram tanaman adalah alat yang digunakan dalam melakukan penyiraman atau pengairan dalam dunia pertanian.(Bakar, 2013) Pengertian penyiraman atau pengairan sendiri ialah satu proses pembekalan air atau pengaliran kepada tanah untuk keperluan tumbesaran tanaman dan seterusnya dapat meninggikan kualitas dan hasil tanaman.

Dalam hal ini peran penyiram pada pemeliharaan tanaman sangatlah penting karena akan sangat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman itu sendiri. Tanaman akan tumbuh dengan optimal apabila proses pengairan atau penyiraman dilakukan secara optimal pula. Artinya apabila penyiram haruslah dapat membantu pekerjaan manusia dalam melakukan penyiraman dan pengairan itu sendiri.

### **2.1.2.2 Pengertian Otomatis**

Definisi otomatis sendiri dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah bekerja dengan sendirinya. Dalam hal ini penulis mendefinisikan otomatis yakni sifat suatu benda untuk dapat mengerjakan tugasnya tanpa bantuan dari manusia.

Kata “otomatis” sendiri sering kali digunakan untuk menggambarkan sifat dari suatu benda atau sebuah sistem yang dapat melakukan tugas tanpa adanya bantuan dari tenaga manusia.

### 2.1.2.3 Pengertian Tanaman

Dalam pertanian, tanaman adalah beberapa jenis organisme yang dibudidayakan pada suatu ruang atau media untuk dipanen pada masa ketika sudah mencapai tahap pertumbuhan tertentu. Pengertian ini dibedakan dari penggunaan secara awam bahwa tanaman sama dengan tumbuhan. Hampir semua tanaman adalah tumbuhan, tetapi ke dalam pengertian tanaman tercakup pula beberapa fungi (jamur pangan, seperti jamur kancing dan jamur merang) dan alga (penghasil agar-agar dan nori) yang sengaja dibudidayakan untuk dimanfaatkan nilai ekonominya. Dengan demikian dapat dibedakan bahwa tanaman "sengaja" ditanam, sedangkan tumbuhan adalah sesuatu yang muncul atau tumbuh dari permukaan bumi. (Anonim, 2012)

Berdasarkan pengertian diatas penulis menyimpulkan bahwa tanaman merupakan jenis organisme yang dibudidayakan dalam suatu ruang atau media tertentu untuk di panen pada masa tumbuh yang telah ditentukan. Berbeda hal nya dengan tumbuhan, yang tidak dilakukan dengan sengaja kejadian atau proses tumbuhnya.



**Gambar 2. 1 Contoh Tanaman di Indonesia**

### 2.1.3 Rumah Tanaman (*Greenhouse*)

Salah satu cara untuk memberikan lingkungan yang lebih mendekati kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman yakni adalah dengan penggunaan *greenhouse*. *Greenhouse* dikembangkan pertama kali dan umum digunakan di kawasan yang beriklim subtropika. Nelson (1978) mendefinisikan *greenhouse* sebagai suatu bangunan untuk budidaya tanaman, yang memiliki struktur atap dan dinding yang bersifat tembus cahaya. (Herry Suhardiyanto, 2010)

Penggunaan *greenhouse* memungkinkan dilakukannya modifikasi lingkungan yang tidak sesuai bagi pertumbuhan tanaman menjadi lebih mendekati kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman.

Dikawasan yang beriklim subtropika dengan empat musim, rumah tanaman memiliki peran penting sebagai fasilitas produksi sayuran daun, sayuran buah, dan bunga. Rumah tanaman memungkinkan pertumbuhan tanaman pada musim dingin karena suhu udara di dalamnya dapat dijaga agar tidak terlalu rendah.



**Gambar 2. 2 *Greenhouse* di daerah Subtropis**

Sedangkan pada kawasan yang beriklim tropis dan basah seperti di Indonesia, penggunaan *greenhouse* lebih di fungsikan sebagai tempat perlindungan tanaman budidaya dari serangan hama dan cuaca, dalam hal ini melindungi tanaman dari hujan yang juga dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman.



**Gambar 2. 3 Greenhouse di Daerah Tropis**

#### **2.1.4 Pengairan/Irigasi**

Peranan air sangatlah penting dalam kegiatan pertanian, dimana menjadi salah satu sumber kehidupan utama untuk tanaman. Dalam hal ini, maka pengairan atau irigasi merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam kegiatan bertani atau budidaya tanaman, agar dapat mengalirkan air yang dibutuhkan tanaman.

Pengairan tanaman atau Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pengembangan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013 : 9)

Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia menjelaskan dalam buku “Irigasi dan Drainase” (2013 : 18) bahwa fungsi irigasi pada prinsipnya adalah menambah (*suplesi*) kekurangan air pada lahan pertanian yang diperoleh dari air hujan atau air tanah, karena jumlah air yang diberikan kepada tanaman tidak mencukupi kebutuhan tanaman. Adapun tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang kegiatan pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan dan mendistribusikan secara teknis dan sistematis.

#### **2.1.4.1 Jenis Pengairan**

Sejalan dengan perkembangan pengairan atau irigasi di Indonesia dapat dilihat terdapat beberapa sistem irigasi yang ada di Indonesia. Ditinjau berdasarkan proses penyediaan, pemberian, pengelolaan dan pengaturan air sistem irigasi dikelompokkan menjadi 4, yakni: Sistem Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation System*), Sistem Irigasi Bawah Permukaan (*Sub Surface Irrigation System*), Sistem Irigasi Curah (*Sprinkler Irrigation*), dan Sistem Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*).

##### **2.1.4.1.1 Sistem Irigasi Permukaan**

Irigasi permukaan (*surface irrigation*) merupakan metode pemberian air yang paling awal dikembangkan. Irigasi permukaan merupakan irigasi yang terluas cakupannya di seluruh dunia, terutama di Asia. Pada sistem irigasi permukaan, air irigasi disebarkan ke permukaan tanah dan dibiarkan meresap (*infiltrasi*) ke dalam tanah. Air dibawa dari sumber ke lahan melalui saluran terbuka maupun melalui pipa dengan tekanan rendah. Biaya yang diperlukan untuk mengembangkan sistem irigasi permukaan relatif lebih kecil, bila dibandingkan dengan sistem irigasi curah



maupun tetes, kecuali bila diperlukan pembentukan lahan, seperti untuk membuat teras.



**Gambar 2. 4 Sistem Irigasi Permukaan**

Sistem irigasi permukaan, khususnya irigasi alur (*furrow irrigation*) banyak dipakai untuk tanaman palawija, karena penggunaan air oleh tanaman lebih efektif. Sistem irigasi alur adalah pemberian air di atas lahan melalui alur-alur kecil atau melalui selang atau pipa kecil dan mengalirkannya sepanjang alur dalam lahan. (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013 : 19-20)

#### **2.1.4.1.2 Sistem Irigasi Bawah Permukaan**

Sistem irigasi bawah permukaan (*sub surface irrigation*) adalah sistem irigasi yang diaplikasikan dengan cara meresapkan air ke dalam tanah di bawah zona perakaran melalui sistem saluran terbuka ataupun dengan menggunakan pipa berlubang. Air tanah digerakkan oleh gaya kapiler menuju zona perakaran dan selanjutnya dimanfaatkan oleh tanaman. (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013 : 20)



**Gambar 2. 5 Sistem Irigasi Bawah Permukaan**

#### **2.1.4.1.3 Sistem Irigasi Curah**

Sistem Irigasi curah (*sprinkler irrigation*) adalah sistem irigasi yang menggunakan tekanan untuk membentuk curahan air yang mirip hujan ke permukaan lahan pertanian. Disamping untuk memenuhi kebutuhan air tanaman, sistem ini dapat pula digunakan untuk mencegah pembekuan, mengurangi erosi lahan, memberikan pupuk dan lain-lain. Pada irigasi curah, air dialirkan dari sumber melalui jaringan pipa yang disebut pipa utama (*mainline*), pipa sub utama (*sub-mainline*) ke beberapa pipa cabang (*lateral*) yang masing-masing mempunyai beberapa alat pencurah. (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013 : 20-21)



## **Gambar 2. 6 Sistem Irigasi Curah**

### **2.1.4.1.4 Sistem Irigasi Tetes**

Irigasi tetes (drip irrigation) adalah suatu sistem irigasi dimana pemberian air dilakukan melalui pipa/selang berlubang dengan menggunakan tekanan yang kecil, dan air yang keluar berupa tetesantetesan langsung pada daerah perakaran tanaman. Tujuan penggunaan sistem irigasi tetes adalah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tanpa harus membasahi keseluruhan lahan, sehingga mengurangi kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan, pemakaian air lebih efisien, mengurangi limpasan (aliran permukaan), serta menekan atau mengurangi pertumbuhan gulma.

Ciri- ciri irigasi tetes adalah debit air kecil selama periode waktu tertentu, interval (selang) yang sering, atau frekuensi pemberian air yang tinggi, air diberikan pada daerah perakaran tanaman, aliran air bertekanan rendah dan efisiensi serta keseragaman pemberian air lebih baik. (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013 : 21)



**Gambar 2. 7 Sistem Irigasi Tetes**

### **2.1.5 Hidroponik**

Hidroponik atau istilah asingnya *hydroponics*, adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan beberapa cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai tempat menanam tanaman. (Lingga, 1998 : 1)

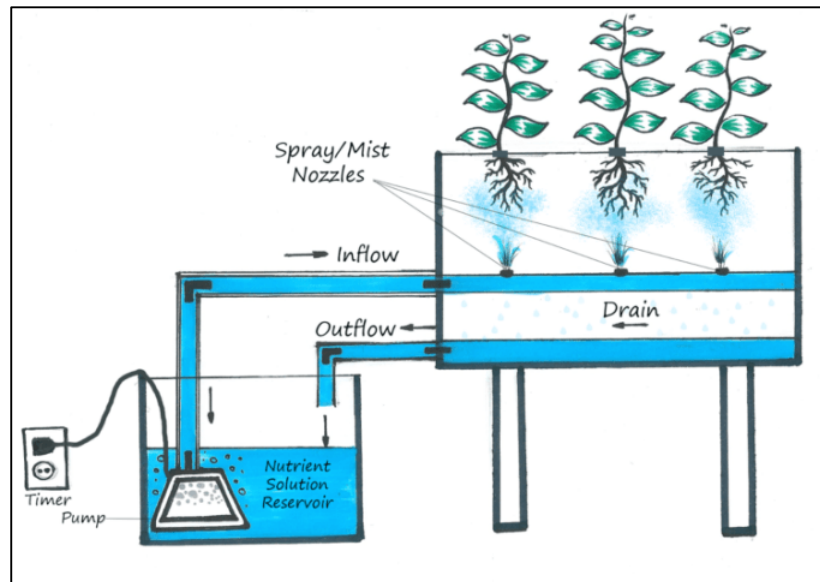
Prinsip dasar hidroponik dapat diterapkan dalam berbagai macam cara. Melalui pemaman mengenai dasar-dasar hidroponik, maka dapat memilih cara atau membuat bentuk baru yang sesuai dengan keinginan. Dengan demikian, metode hidroponik dapat disesuaikan dengan kondisi dan ruang yang tersedia.

#### **2.1.5.1 Macam-macam Teknik Hidroponik**

##### **2.1.5.1.1 Sistem Aeroponik**

Aeroponik berasal dari dua kata yakni *aero* adalah udara dan *ponik* adalah cara budidaya. Jadi aeroponik adalah suatu sistem penanaman sayuran yang paling baik dengan menggunakan udara dan ekosistem air tanpa menggunakan tanah.

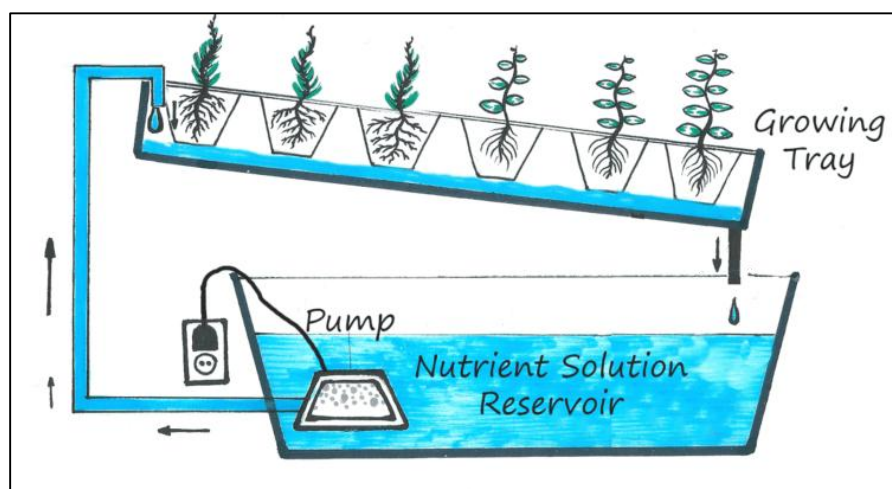
Teknik ini merupakan metode dengan menggantung tanaman agar akar tanaman dapat terlihat menggantung. Prinsip kerja dari teknik aeroponik yaitu dengan memberikan air dan nutrisi kepada tanaman dalam bentuk kabut. Kabut ini dibuat dengan menggunakan bantuan pompa yang sudah disesuaikan cara dan waktu kerjanya. Dengan begitu air dan nutrisi yang diberikan kepada tanaman akan semakin mudah diserap oleh akar.



**Gambar 2. 8 Teknik Hidroponik : Sistem Aeroponik**

#### 2.1.5.1.2 NFT (*Nutrient Film Technique*)

Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) adalah teknik hidroponik dengan mengalirkan larutan nutrisi kedalam *tray* pertumbuhan tanaman yang telah dibuat sebelumnya.



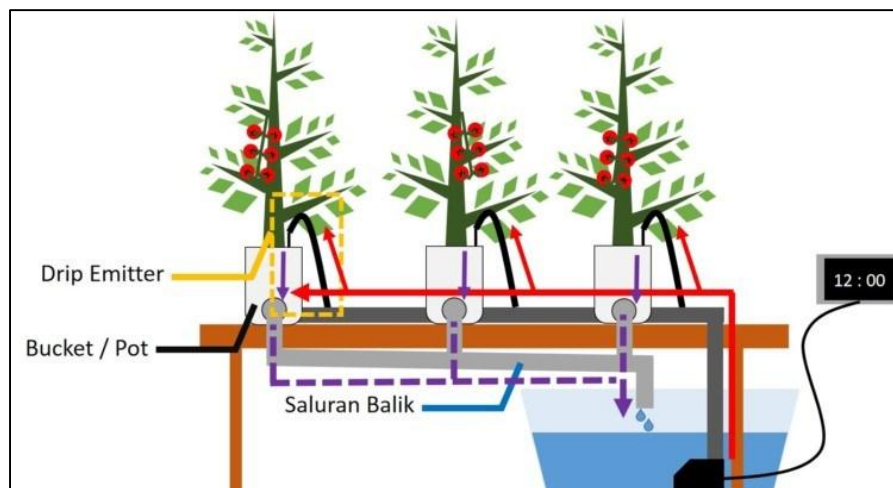
**Gambar 2. 9 Teknik Hidroponik : NFT**



Nutrisi yang dialirkan ke dalam *tray* pertumbuhan tidak menggenang (dangkal) dengan sirkulasi aliran yang baik. Aliran nutrisi yang mengalir akan membasahi akar tanaman sehingga pertumbuhan tanaman terjamin. Dalam perkembangan sistem NFT, aliran nutrisi yang telah di alirkan melalui tray pertumbuhan akan kembali pada tempat penampungan.

#### 2.1.5.1.3 Sistem Tetes (*Drip System*)

Sesuai dengan namanya teknik hidropnik dengan menggunakan sistem tetes atau *drip system* memiliki prinsip dengan menerapkan tetasan larutan nutrisi secara langsung ke setiap akar tanaman dengan tujuan mendapatkan nutrisi juga menjaga tanaman agar tetap lembab. Seiring perkembangannya, nutrisi yang telah ditetaskan pada akar-akar tanaman dengan menggunakan teknik ini akan dikembalikan lagi menuju tempat penampungan larutan nutrisi untuk selanjutnya dialirkan kembali (sirkulasi).

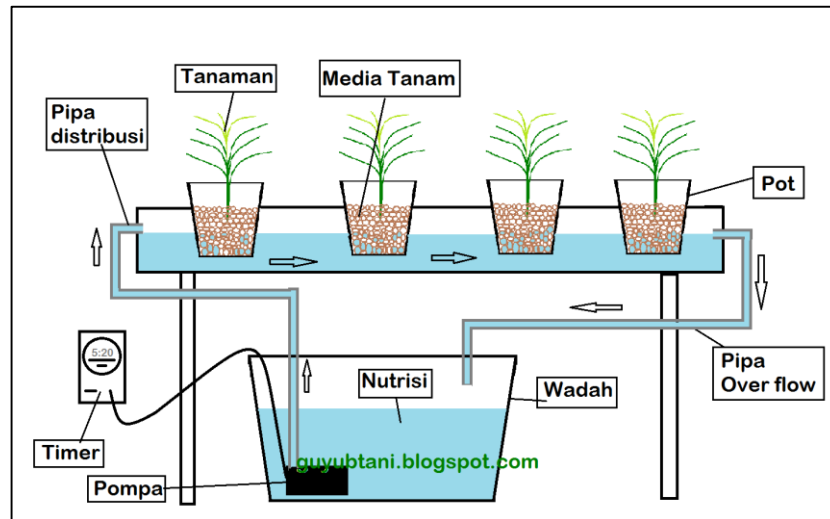


**Gambar 2. 10 Teknik Hidroponik : Sistem Tetes**

#### 2.1.5.1.4 DFT (*Deep Flow Technique*)

*Deep Flow Techniue* atau DFT merupakan teknik hidropnik yang mengalirkan larutan nutrisi ke dalam tray pertumbuhan untuk dapat diserap oleh

akar tanaman, seperti halnya pada teknik hidroponik *Nutrient Film Technique* atau NFT. Perbedaannya terletak pada tinggi nutrisi yang mengalir pada tray pertumbuhan.



**Gambar 2. 11 Teknik Hidroponik : DFT**

Pada teknik hidroponik *Nutrient Film Technique* atau NFT, diketahui bahwa nutrisi yang mengalir dalam tray pertumbuhan sangatlah tipis (dangkal). Sehingga nutrisi yang mengalir di dalam tray pertumbuhan terkesan hanya melewati akar tanaman. Lain halnya dengan NFT, teknik *Deep Flow Technique* atau DFT mengalirkan nutrisi sekaligus menggenangkannya di dalam tray pertumbuhan hingga terjadi aliran nutrisi yang cukup tinggi. Hal ini dimaksudkan untuk merendam akar tanaman di dalam nutrisi yang mengalir, dan memungkinkan akar tanaman tetap mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan apabila pompa nutrisi secara tiba-tiba tidak lagi berfungsi.

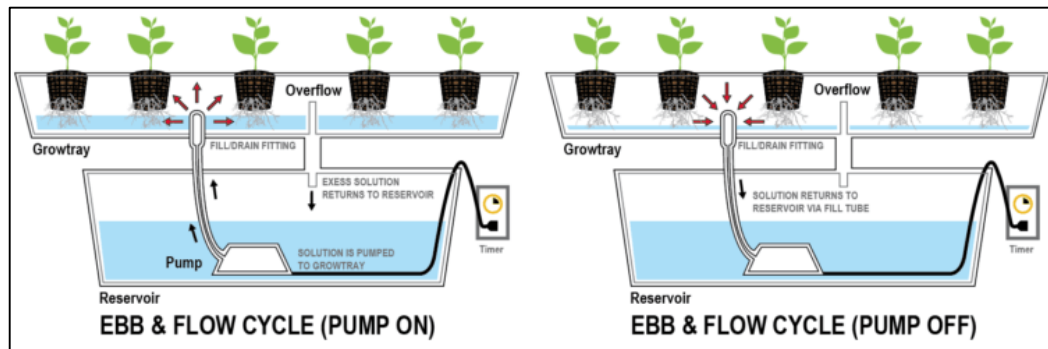
#### **2.1.5.1.5 Sistem Pasang Surut (*Ebb and Flow Sistem*)**

Sistem pasang surut merupakan teknik bercocok tanam hidroponik dimana tanaman mendapatkan air, oksigen serta nutrisi melalui pemompaan bak penampung yang akan membasahi akar atau dapat disebut dengan istilah pasang.



Kemudian dalam selang waktu yang telah ditentukan air akan kembali surut atau dapat disebut dengan istilah surut.

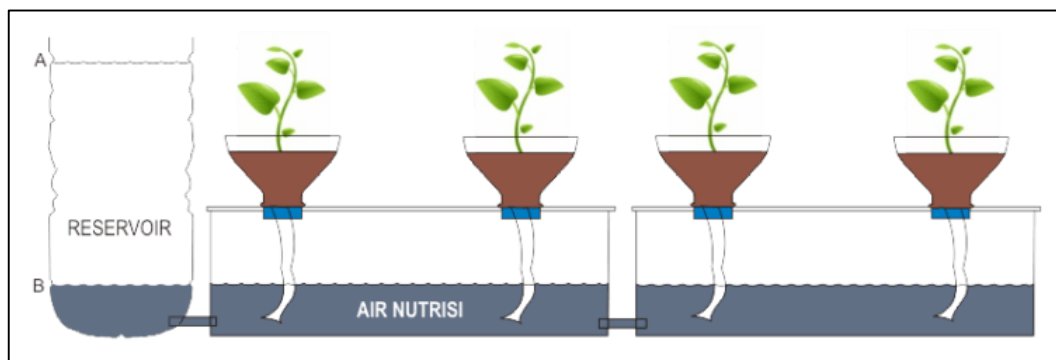
Pasang dan surutnya larutan nutrisi pada sistem ini dibuat dengan memanfaatkan pompa yang sudah ditentukan pewaktuan untuk keadaan pasang maupun surutnya larutan nutrisi.



**Gambar 2. 12 Teknik Hidroponik : Sistem Pasang Surut**

#### 2.1.5.1.6 Sistem Sumbu (*Wick System*)

Sistem sumbu atau *wick system* merupakan teknik hidroponik paling sederhana yakni dengan memanfaatkan sumbu yang menghubungkan larutan nutrisi dengan akar tanaman.



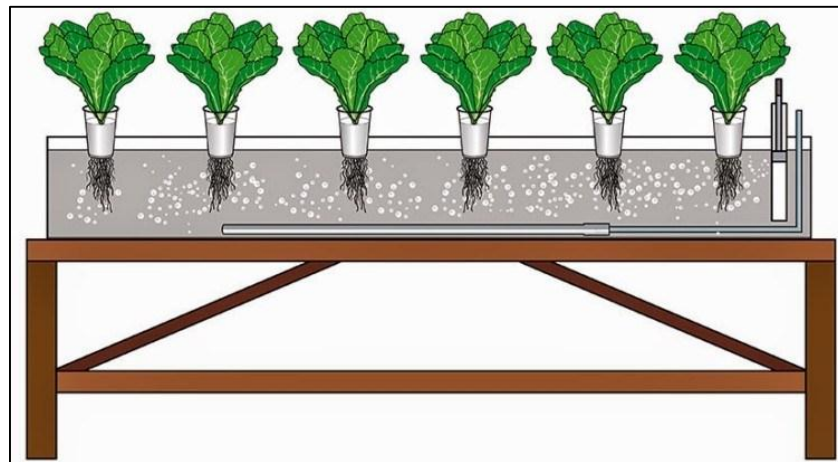
**Gambar 2. 13 Teknik Hidroponik : Sistem Sumbu**

Pada dasarnya teknik sumbu memanfaatkan daya kapilaritas dari sumbu untuk dapat mengalirkan larutan nutrisi menuju akar tanaman. Dengan kata lain larutan akan mendapatkan larutan nutrisi dari sumbu-sumbu yang terpasang dan sudah tergenangi oleh larutan nutrisi dalam bak penampungan. Teknik hidroponik

sistem sumbu uga dapat dikatakan teknik hidroponik yang pasif. Artinya tidak menggunakan penggerak apapun di dalam aplikasinya, sehingga menjadi salah satu yang sederhana.

#### 2.1.5.1.7 Sistem Kultur Air (*Water Culture System*)

Sistem kultur air (*water culture system*) atau sering juga disebut sistem rakit apung merupakan teknik hidroponik aktif yang paling sederhana. Pada teknik hidroponik sistem kultur air tanaman akan secara langsung mendapatkan nutrisi melalui akar yang terendam larutan nutrisi.



**Gambar 2. 14 Teknik Hidroponik : Sistem Kultur Air**

Pada prinsipnya, teknik hidroponik sistem kultur air hanya menggunakan pompa oksigen yang dimasukkan kedalam penampungan larutan nutrisi, dan apabila larutan nutrisi sudah habis maka dapat dilakukan pengisian secara manual.

#### 2.1.6 Tanaman Sawi China / Pak Choi (*Brassica rapa L*)

Sawi dalam kelompok ini umumnya dikenal sebagai *pak choi* (bahasa Canton, yang berarti sayuran putih) atau *bhok choy*. Ciri-ciri fisik dari tanaman adalah daun yang bertingkat, berwarna hijau tua dan mengkilap, berbentuk oval, tidak membentuk kepala, tumbuh agak tegak atau setengah mendatar, tersusun dalam spiral yang rapat, melekat pada batang yang tertekan. Tangkai daun berwarna putih

atau hijau muda, gemuk dan berdaging; tanaman ini umumnya memiliki tinggi 15-30 cm. (Rubatzky & Yamaguchi, 1998 : 137)



**Gambar 2. 15 Tanaman Sawi China/Pak choi**

#### **2.1.6.1 Klasifikasi Botani**

Berikut ini adalah klasifikasi Botani dari tanaman sawi china atau *pak choi* (*Brassica rapa L.*)

**Tabel 2. 1 Klasifikasi Botani Sawi China/Pak choi**

Kingdom	Plantae
Divisio	Spermatophyta
Kelas	Dicotyledonae
Ordo	Rhoeadales
Famili	Bressicaceae
Genus	Bressica
Spesies	Bressica Rapa L.

### 2.1.6.2 Syarat Tumbuh Sawi China/Pak Choi

Tanaman ini dapat tumbuh dengan mudah di dataran rendah sampai dataran tinggi. Tempat tumbuh yang dibutuhkan yaitu tanahnya gembur, banyak mengandung bahan organik, drainase baik dan drajat keasaman tanahnya (pH) antara 6-7. Waktu tanam yang tepat yaitu pada akhir musim hujan atau awal musim kemarau. Selama pertumbuhannya tanaman harus cukup air. Tanaman dapat berbunga dan berbuah, hingga benihnya malah diperoleh. (Sutarya, Grubben, & Sutarno, 1995 : 219)

### 2.1.7 Arduino

Arduino adalah jenis suatu papan (*board*) yang berisi mikrokontroler. Dengan kata lain, Arduino dapat disebut sebagai sebuah papan mikrokontroler. (Kadir, 2015 : 17)



**Gambar 2. 16 Papan Arduino**

Arduino merupakan salah satu dari sekian produk edukasi mikrokontroler sebagai proyek rintisan berlisensi terbuka dan mampu difungsikan sebagai produk akhir, dalam modul juga disertai komponen elektronika. (Istiyanto, 2014 : 3)

Mengingat Arduino merupakan sebuah papan mikrokontroler, sangat memungkinkan untuk dapat membangun sebuah sistem yang menarik dengan menggunakan Arduino, terlebih Arduino memiliki struktur dan antarmuka yang sederhana yang memberi kemudahan pengguna dalam memahami konsep penerapannya.

Bahasa Arduino merupakan *fork* (turunan) dari bahasa *Wiring Platform* dan bahasa *Processing*. *Wiring Platform* diciptakan oleh Hernando Barragan di tahun 2003 dan *Processing* dibuat oleh Casey Reas dan Benjamin Fry pada tahun 2001. (Istiyanto, 2014 : 8)

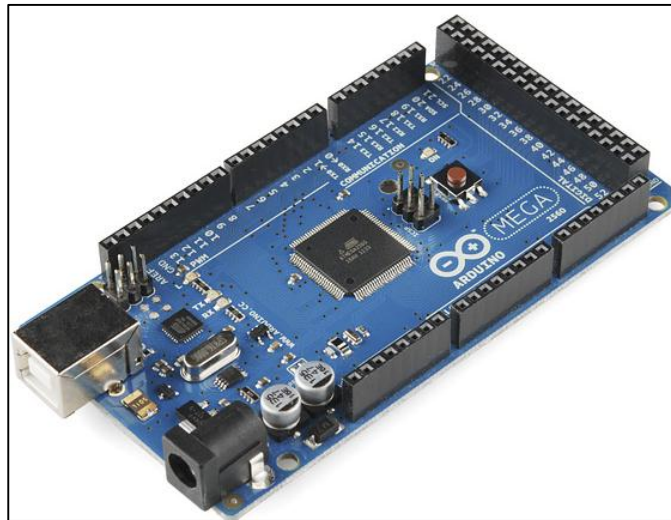
Arduino semakin populer dikalangan penggiat elektronika karena beberapa faktor, diantaranya :

1. Berlisensi Terbuka
2. Harga Terjangkau
3. Berkualitas
4. Mudah dipelajari

Modul Arduino yang telah dirilis sejak tahun 2009 diantaranya Diecimilia, Uno, Duemilanove, Nano, Mega, dan LilyPad. Setiap modul menggunakan seri mikrokontroler yang berbeda.

### 2.1.7.1 Arduino MEGA 2560

Pemilihan papan Arduino dilakukan atas dasar kebutuhan pada sebuah sistem yang akan dibangun. Untuk membangun sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada *greenhouse* yang dapat dikatakan memiliki kebutuhan pin tidak sedikit, maka dipilih-lah modul papan Arduino yang memiliki kapasitas pin yang tidak sedikit pula, demi memenuhi kebutuhan.



**Gambar 2. 17 Arduino MEGA 2560**

Arduino Mega 2560 merupakan salah satu produk berlabelkan Arduino yang sebenarnya merupakan sebuah papan elektronik yang di dalamnya terdapat sebuah mikrokontroler ATmega 2560 sebagai basisnya. Dengan sebuah mikrokontroler ATmega 2560 yang ada di dalamnya, bukan tidak mungkin piranti ini dapat digunakan untuk membangun sebuah sistem rangkaian elektronik yang kompleks sekalipun.

Berikut ini adalah spesifikasi teknis dari Arduino Mega 2560 :

**Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino MEGA 2560**

Mikrokontroler	ATMega 2560
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Masukan (anjuan)	7 – 12V
Tegangan Masukan (batas)	6 – 20V
Pin I/O Digital	54 (termasuk 15 keluaran PWM)
Pin Masukan Analog	16
Arus DC per I/O pin	20 mA
Arus DC untuk 3.3V pin	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB, 8 KD dipakai <i>bootloader</i>
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Kecepatan <i>Clock</i>	16 Mhz
<i>LED_BUILTIN</i>	13
Panjang	101.52 mm
Lebar	53.3 mm
Berat	37 gr

Tabel 2.2 menunjukan bahwa Arduino Mega 2560 memiliki tegangan operasi sebesar 5V, dengan jumlah pin I/O digital 54 dan 16 pin analog sangat mendukung untuk dapat membangun suatu rangkaian sistem elektronika yang banyak menggunakan masukan ataupun keluaran. Dapat diketahui juga bahwa terdapat arus sebesar 20 mA pada setiap pin I/O yang ada pada Arduino Mega 2560. Pada tabel

2.2 juga dapat diketahui ukuran atau dimensi yang dimiliki oleh Arduino Mega 2560, yakni memiliki panjang 101.52 mm dengan lebar 53.3 mm dan dengan berat 37 gr.

Selain itu, beberapa pin pada Arduino Mega 2560 memiliki fungsi khusus sebagai berikut :

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mentransmisikan (TX) Data Serial TTL.
  - *Interrupt* Eksternal : 2 (*Interrupt 0*), 3 (*Interrupt 1*), 18 (*Interrupt 5*), 19 (*Interrupt 4*), 20 (*Interrupt 3*), dan 21 (*Interrupt 2*). Pin-pin tersebut dapat dikonfigurasi untuk mengubah pada inputan rendah, menaik dan turunkan diantaranya atau mengubah nilainya.
  - PWM : pin 2 sampai pin 13 dan pin 44 sampai pin 46. Merupakan pin PWM 8-bit dengan fungsi penulisan analog.
  - SPI : 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *library* SPI.
  - LED : 13. Terdapat LED yang tersambung pada pin digital 13. Ketika pin bernilai *HIGH*, LED menyala, ketika pin memiliki nilai *LOW*, LED akan padam.
  - TWI : 20 (SDA), dan 21 (SCL). Mendukung komunikasi TWI menggunakan *Wire Library*.
  - AREF : Perbandingan tegangan pada analog input.
  - RESET : Memberikan tegangan *LOW*, untuk *me-reset* mikrokontroler.
- (Arduino, n.d.)

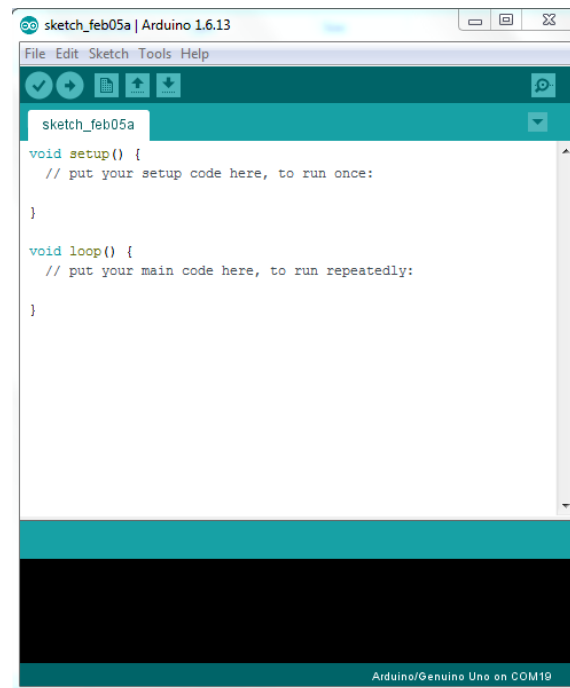


### **2.1.8 Pengertian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino pada Rumah Tanaman (*Greenhouse*)**

Berdasarkan beberapa kajian teoritis terkait yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) memiliki pengertian yaitu sebuah piranti elektronika yang tersusun atas beberapa elemen yang saling terkait secara padu yang berfungsi melakukan penyiraman terhadap tanaman tanpa adanya campur tangan manusia, dengan sebuah papan mikrokontroler Arduino sebagai pusat kendali dan bertujuan untuk di aplikasikan pada sebuah bangunan untuk budidaya tanaman, yang memiliki struktur atap dan dinding yang tembus cahaya atau sering disebut *greenhouse*.

### **2.1.9 Arduino IDE**

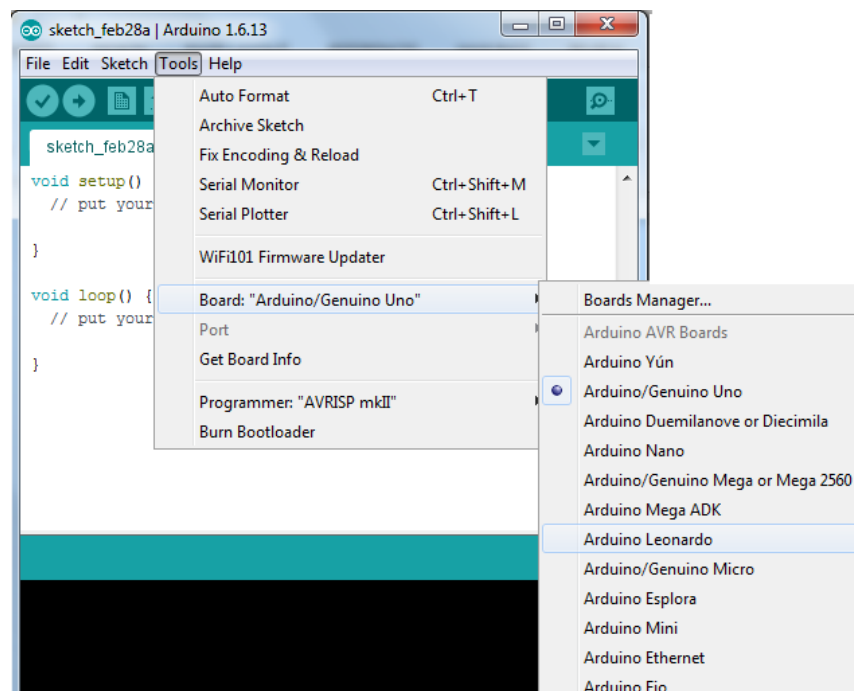
Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah aplikasi yang sudah mencakup berbagai peran seperti *editor*, *compiler*, dan *uploader* atas semua seri modul keluarga Arduino. *Editor Sketch* pada Arduino IDE juga mendukung fungsi penomoran baris, *syntax highlighting*, yaitu pengecekan sintaksis kode sketch. (Istiyanto, 2014 : 46).



**Gambar 2. 18 Tampilan Awal Arduino IDE**

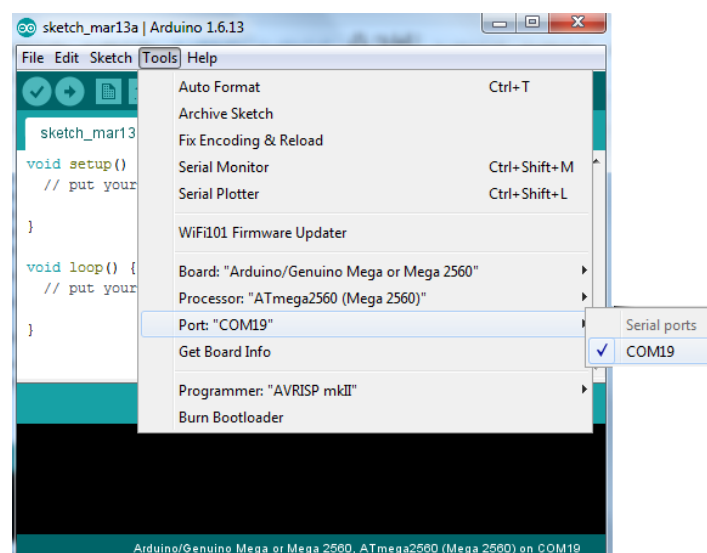
Program yang dibuat menggunakan software Arduino IDE disebut dengan istilah *sketch*. *Sketch* dituliskan dalam sebuah pengatur teks (*text editor*) dan disimpan dalam sebuah ekstensi *.ino*. Pengatur teks memiliki kemampuan untuk memotong/menempel dan untuk mencari/menggantikan teks. Area pesan memberikan umpan balik (*feedback*) saat menyimpan dan mengeksport juga kesalahan tampilan. Konsol menampilkan output teks dengan Arduino Software (IDE), termasuk pesan kesalahan yang lengkap dan informasi lainnya. Pojok kanan bawah jendela menampilkan papan dikonfigurasi dan port serial. Tombol toolbar akan memungkinkan untuk memverifikasi dan meng-upload program, membuat, membuka, dan menyimpan sketsa, dan membuka monitor serial. (Arduino, n.d.)

Setelah software dan driver Arduino terinstal, jalankan Arduino IDE dan konfigurasikan tipe *board* target yang akan digunakan melalui menu **Tools** kemudian memilih *Board*, untuk memilih *board* yang digunakan.



**Gambar 2. 19 Konfigurasi Board Arduino yang digunakan**

Alamat COM Port Arduino dapat di definisikan melalui menu Tools kemudian dengan memilih Port akan terlihat alamat dari COM Port Arduino yang sedang aktif.



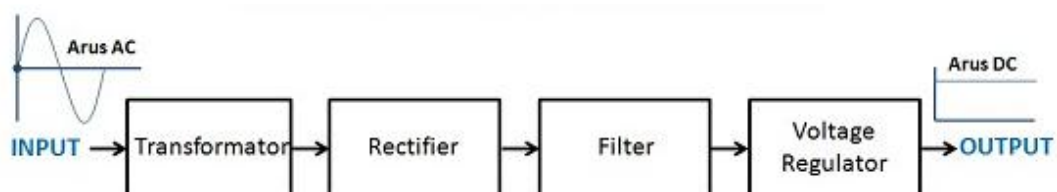
**Gambar 2. 20 Konfigurasi Board Arduino di COM**

Proses ini sangat diperlukan karena jika terjadi kesalahan menentukan tipe Board atau kesalahan dalam mendefinisikan alamat COM Port Arduino maka program tidak dapat diunggah ke modul Arduino. Dalam penggunaannya, Arduino hanya perlu mendefinisikan dua fungsi untuk membuat program yang dapat dijalankan, yaitu :

1. Setup () : fungsi yang dijalankan sekali pada awal program yang dapat menginisialisasi pengaturan.
2. Loop () : fungsi yang dijalankan secara berulang-ulang sampai mikrokontroler di non-aktifkan.

#### 2.1.10 Catu Daya

Catu daya atau *Power Supply* adalah suatu alat atau perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC untuk memberi daya listrik perangkat atau piranti lainnya. Sebuah catu daya pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah *transformer*, *rectifier*, *filter* dan *voltage regulator*.



**Gambar 2. 21 Diagram Blok : Prinsip Dasar Catu Daya**

Pada gambar blok diagram diatas menjelaskan prinsip kerja dari sebuah catu daya atau *power supply*. Input berupa arus AC yang kemudian diteruskan oleh transformator *step down* untuk diturunkan tegangannya. Kemudian menuju *rectifier* untuk melalui proses menjadi arus DC, sehingga arus yang didapatkan setelah

melalui *rectifier* adalah arus searah atau DC. Tahap selanjutnya adalah tegangan dengan arus DC akan melalui filter untuk mendapatkan arus DC yang lebih stabil. Setelah tegangan DC stabil maka tahap terakhir adalah melalui proses *voltage regulator* atau penyesuaian tegangan yang diinginkan untuk dijadikan output catu daya.

#### 2.1.11 Sensor Temperatur dan Kelembapan Udara DHT22

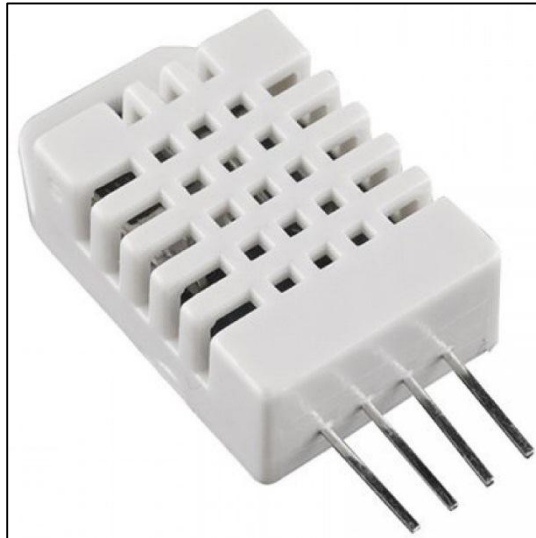
Sensor DHT22 adalah sensor yang memiliki kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik.

**Tabel 2. 3 Spesifikasi Teknis DHT22**

Model	DHT22
<i>Power Supply</i>	3.3 – 6V DC
<i>Sensing Element</i>	<i>Polymer Capacitor</i>
Rentang Operasi	<i>Humidity 0-100% RH; Temp -40~80Celcius</i>
Resolusi dan sensitivitas	<i>Humidity 0.1%RH; Temp 0.1 Celcius</i>
<i>Sensing Period</i>	Rata-rata 2 detik
Dimensi	Ukuran kecil 14 x 18 x 5.5mm; Ukuran besar 22 x 28 x 5mm

DHT22 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi ini disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu suhu atau kelembaban, maka sensor ini membaca koefisien sensor tersebut. Ukurannya yang kecil, dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk

ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban. (Aosong Electronics Co., n.d.)



**Gambar 2. 22 Sensor Temperatur dan Kelembapan Udara DHT22**

#### **2.1.12 Kelembapan Tanah**

Kelembapan tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori – pori tanah yang berada di atas permukaan air tanah (*water table*). Definisi yang lain menyebutkan bahwa kelembapan tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan di antara pori – pori tanah. kelembapan tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi.

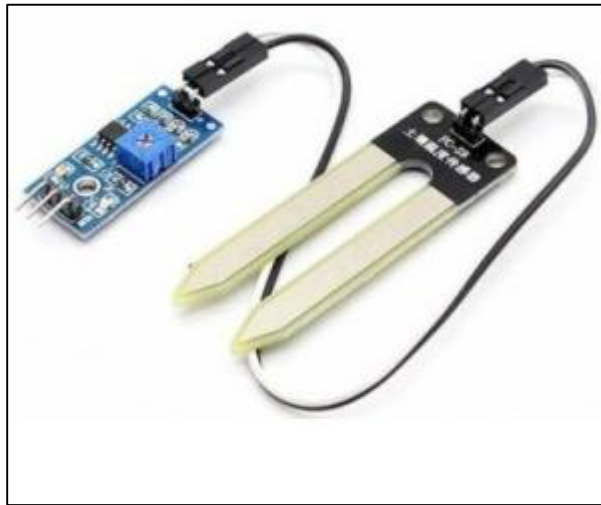
Kadar air tanah dinyatakan dalam persen volume yaitu persentase volume air terhadap volume tanah. Cara ini mempunyai keuntungan karena dapat memberikan gambaran tentang ketersediaan air bagi tanaman pada volume tanah tertentu. Cara penetapan kadar air dapat dilakukan dengan sejumlah tanah basah dikering ovenkan dalam oven pada suhu  $1000^{\circ}\text{C}$  –  $1100^{\circ}\text{C}$  untuk waktu tertentu. Air yang hilang karena pengeringan merupakan sejumlah air yang terkandung dalam tanah tersebut. Air irigasi yang memasuki tanah mula-mula menggantikan udara yang terdapat

dalam pori makro dan kemudian pori mikro. Jumlah air yang bergerak melalui tanah berkaitan dengan ukuran pori-pori pada tanah. Air tambahan berikutnya akan bergerak ke bawah melalui proses penggerakan air jenuh. Penggerakan air tidak hanya terjadi secara vertikal tetapi juga horizontal. Gaya gravitasi tidak berpengaruh terhadap penggerakan horizontal. (Yahwe, Isnawaty, & Aksara, 2016 : 100)

### **2.1.13 Sensor Kelembapan Tanah (*Soil Moisture*)**

*Moisture sensor* atau sensor kelembapan tanah merupakan sebuah sensor resistif yang dapat mendeteksi kelembapan dari tanah. Dikatakan sensor resistif karena cara kerja sensor tersebut memanfaatkan prinsip resistansi yang artinya bekerja berdasarkan prinsip hambatan.

*Soil Moisture Sensor* adalah sensor kelembapan yang dapat mendeteksi kelembapan dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua *probe* untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (*resistansi* kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (*resistansi* besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembapan pada tanaman atau memantau kelembapan tanah. (Yahwe et al., 2016 : 102-103)



**Gambar 2. 23 Sensor Kelembapan Tanah**

*Soil Moisture Sensor* atau sensor kelembapan tanah memiliki spesifikasi tegangan *input* sebesar 3.3V atau 5V, tegangan *output* sebesar 0 – 4.2V, arus sebesar 35 mA, dan memiliki *value range* ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit.

Berikut adalah persamaan untuk menghitung nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor kelembapan tanah dengan melakukan konversi terhadap nilai diskrit ADC (*Analog to Digital Converter*) yang terbaca.

$$V_{out} = \frac{V_s}{1023} \times \text{Nilai Diskrit ADC yang terbaca}$$

Untuk mendefinisikan pembacaan sensor terhadap kelembapan tanah dalam kriteria lembab atau tidak lembab (kering), maka berikut adalah ketentuan yang dibuat oleh peneliti sebagai salah satu kriteria dalam sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*).



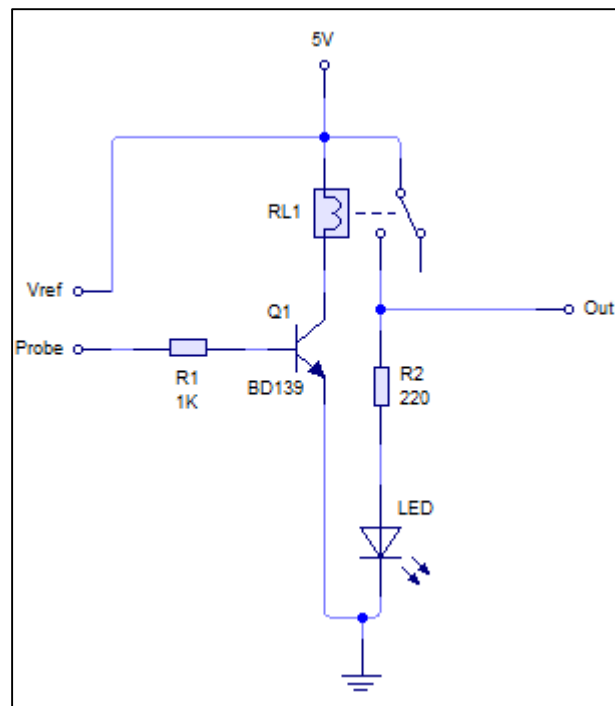
**Tabel 2. 4 Status Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah**

<b>Status Tanah</b>	<b>Hasil Baca Sensor</b>	<b>Tegangan (Volt)</b>
<b>Kering</b>	0 – 200	0 – 0.98
<b>Lembap</b>	> 200	> 0.98

#### **2.1.14 Sensor Level Air**

Sensor level air merupakan suatu piranti yang berfungsi untuk mendeteksi batas ketinggian air yang diharapkan dalam sebuah tempat bervolume yang memiliki fungsi sebagai tempat menampung volume air. Pada dasarnya terdapat banyak jenis sensor air yang dapat ditemukan, namun dalam membangun sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*), penulis menggunakan sensor level air sederhana untuk membantu sistem dalam mendeteksi ketersediaan air untuk kegiatan penyiraman itu sendiri.

Sensor level air yang akan digunakan peneliti pada prinsipnya adalah memanfaatkan sifat air itu sendiri sebagai penghantar listrik yang baik. Dengan memanfaatkan bahan konduktor logam yang diberikan tegangan, dengan logam lain yang akan menerima tegangan dengan memanfaatkan sifat air, maka selanjutnya Transistor akan berperan sebagai saklar yang akan memberikan tanda kepada pengendali (dalam hal ini Arduino).



**Gambar 2. 24 Skematik Sensor Level Air**

#### 2.1.15 RTC DS3231

RTC (*Real Time Clock*) adalah chip elektronik yang dapat menghitung waktu dengan akurat dan menjaga data waktu tersebut secara *real time*. RTC DS3231 merupakan salah satu jenis RTC yang dapat digunakan bersama dengan Mikrokontroler. Chip buatan *Maximum Integrated* ini salah satu jenis RTC yang sangat baik. RTC DS3231 umumnya sudah hadir dalam modul siap pakai lengkap dengan *battery* CR2032 3V dan 6 pin *interface*.



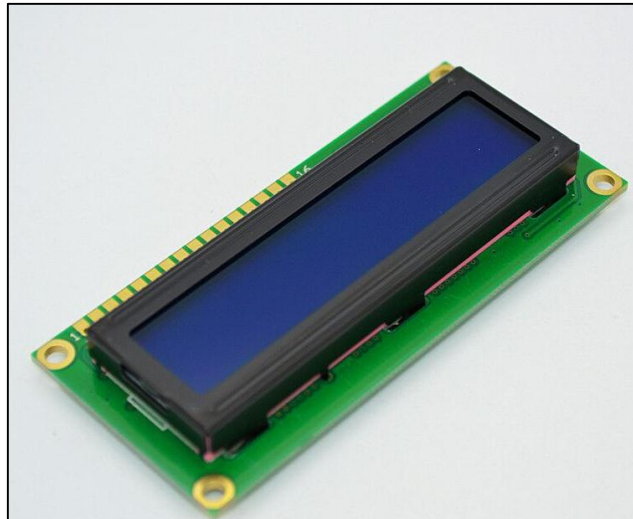
**Gambar 2. 25 RTC DS3231**

Berikut ini adalah kemampuan yang dimiliki oleh RTC DS3231 :

- RTC yang sangat akurat dengan MEMS resonator benar-benar mengelola semua fungsi pencatat waktu.
- Fungsi kalender lengkap termasuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Dengan lompatan-tahun kompensasi sampai dengan tahun 2100.
- Akurasi pencatat waktu  $\pm 5\text{ppm}$  ( $\pm 0,432$  detik per hari), dari  $-45^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $+85^{\circ}\text{C}$ .
- Sensor suhu digital dengan akurasi  $\pm 3^{\circ}\text{C}$
- Tegangan sumber  $+2.3\text{V}$  sampai  $+5.5\text{V}$ .
- *Serial interface* yang mudah dihubungkan dengan banyak mikrokontroler.
- *Interface i2c* dengan kecepatan 400 kHz.
- *Battery backup Input* untuk melanjutkan pencatatan waktu.
- Bekerja pada Rentang suhu  $-40^{\circ}\text{C}$  samapai  $+85^{\circ}\text{C}$ . (Ardian, 2016)

#### 2.1.16 LCD Karakter 2x16

Untuk dapat menyampaikan hasil dari pengolahan informasi yang di dapatkan oleh sistem, dibutuhkan suatu piranti yang mampu untuk menampilkan informasi tersebut kepada *user*. LCD karakter merupakan piranti yang digunakan sebagai *interface* antara sistem dan *user* untuk menyampaikan informasi yang telah di dapatkan sistem untuk kemudian dapat di terima oleh manusia (*user*). Informasi yang di tampilkan oleh LCD karakter dapat ditentukan oleh berbagai kebutuhan yang ada pada sistem dalam bentuk karakter huruf, angka, atau pun simbol lain.



**Gambar 2. 26 LCD Karakter 2x16**

LCD Karakter 2x16 merupakan salah satu jenis LCD yang memiliki kemampuan menampilkan karakter dengan kapasitas 2 baris dan 16 kolom. Berikut ini adalah penjelasan masing-masing pin pada modul LCD Karakter 2x16 :

- Kaki 1 (GND) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (*Ground*) dari LCD.
- Kaki 2 (VCC) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya dari HD44780.
- Kaki 3 (VEE/VLCD) : Tegangan pengaturkontras LCD, kaki ini terhubung pada V5. kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
- Kaki 4 (RS) : *Register Select*, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke *Register Data*, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke Register Perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
- Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak

memerlukan pembacaan data pada Modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *Ground*.

- Kaki 6 (E) : *Enable Clock LCD*, kaki mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
- Kaki 7-14 (D0-D7) : *Data Bus*, kedelapan kaki Modul LCD ini adalah bagian di mana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
- Kaki 15 (Anoda) : Berfungsi untuk tegangan positif data *Backlight* modul LCD sekitar 4,5 volt.
- Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif *backlight* modul LCD sebesar 0 volt.

#### **2.1.17 Pompa Air Listrik**

Rangkaian pompa air pada dasarnya adalah suatu alat atau piranti yang berfungsi sebagai penyedia aliran air dalam debit tertentu dengan prinsip kerja menghisap air yang tersedia kemudian mendistribusikan air tersebut.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*). Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme misalkan putaran roda impeler yang membuat keadaan sisi hisap nyaris vakum. Perbedaan tekanan inilah yang mengisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain. (Anonim, 2014)



**Gambar 2. 27 Pompa Nutrisi 220V AC**



**Gambar 2. 28 Pompa Gelembung/Aerator**



**Gambar 2. 29 Pompa Air 12V DC**

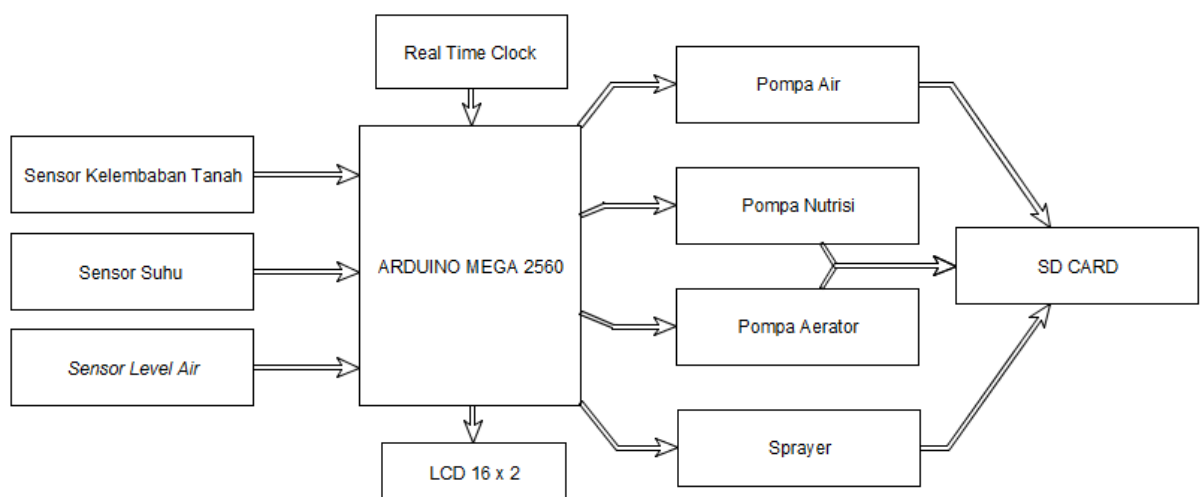
## 2.2 Kerangka Berpikir

### 2.2.1 Definisi Alat

Sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) merupakan sebuah sistem elektronik yang menggunakan papan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Pada dasarnya sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) bekerja berdasarkan keadaan lingkungan pada rumah tanaman (*greenhouse*), seperti suhu dalam rumah tanaman, keadaan tanah pada penanaman konvensional dan mengalirkan larutan nutrisi pada metode penanaman hidroponik di dalam nya.

### 2.2.2 Blok Diagram Sistem

Berikut ini adalah gambar blok diagram sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) :



**Gambar 2. 30 Diagram Blok Sistem**

Pada gambar diagram blok diatas diketahui bahwa sebuah papan Arduino Mega 2560 merupakan pengendali yang digunakan di dalam sistem. Dapat

diketahui juga bahwa terdapat komponen masukan (*input*) dan juga keluaran (*output*). Terdapat 4 buah komponen masukan yang akan terpasang pada sistem, yakni sensor kelembapan tanah, sensor suhu, *push button* dan RTC (*Real Time Clock*). Selain itu terdapat juga 6 buah komponen keluaran, yakni pompa air, pompa nutrisi, pompa aerator, sprayer, LED dan LCD karakter 16x2.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian sistem penyiram tanaman otomatis berbasis arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) dilakukan di lab elektronika, gedung L1, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, dengan waktu penelitian yang dilaksanakan pada Juli 2017 sampai dengan Desember 2017.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Untuk mendukung proses atau kegiatan penelitian yang dilakukan, maka sangatlah diperlukan berbagai alat dan juga bahan yang akan digunakan dalam proses penelitian, baik berupa perangkat keras, perangkat lunak, dan alat ukur yang digunakan.

##### **3.2.1 Perangkat Keras**

Berikut ini adalah daftar perangkat keras yang digunakan dalam penelitian :

1. Arduino Mega 2560
2. RTC ds3231
3. Sensor Temperatur dan Kelembapan Udara : DHT22
4. Sensor Kelembapan Tanah
5. Sensor Level Air
6. LCD Karakter 16x2
7. Pompa Air
8. Pompa Nutrisi
9. Aerator

10. Pompa Motor DC 12V
11. Besi Siku
12. Pipa PVC
13. Selang Air
14. Paranet atau Jaring tanaman

### **3.2.2 Perangkat Lunak**

Berikut ini adalah perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian :

1. Arduino IDE
2. PCB Wizard
3. ISIS Proteus
4. SketchUp 2015

### **3.2.3 Alat Ukur**

Berikut ini adalah alat ukur yang digunakan dalam penelitian :

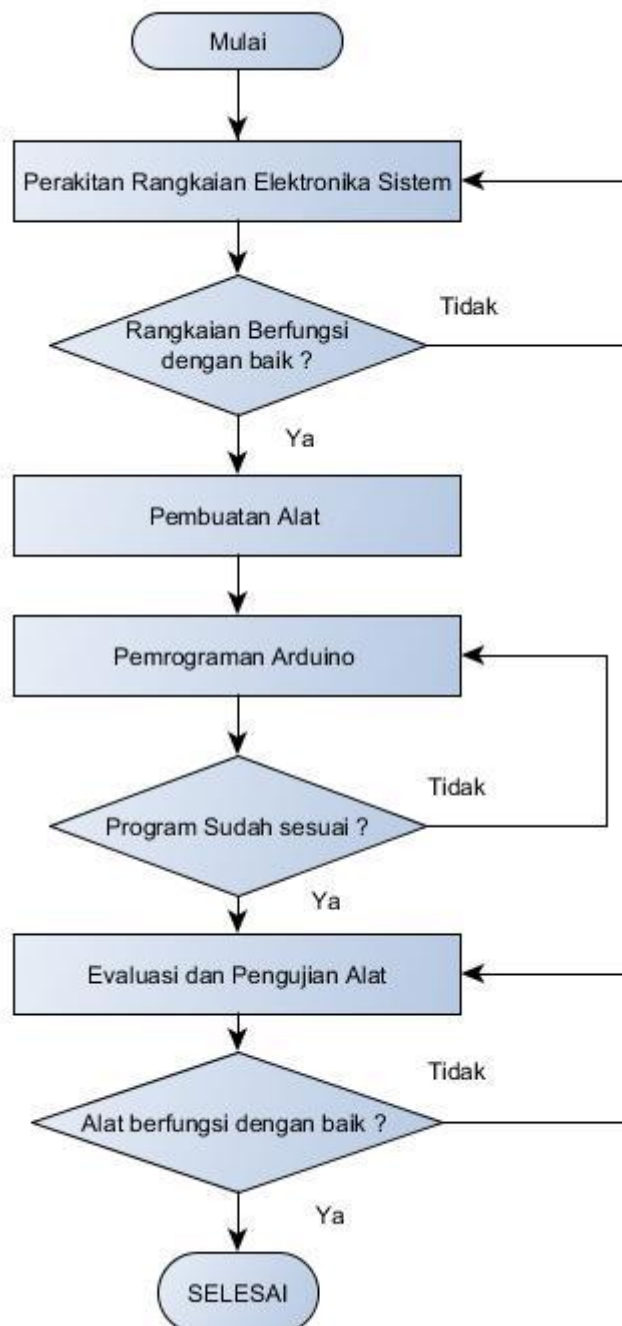
1. Multimeter
2. Meter Ukur
3. Termometer

## **3.3 Diagram Alir Penelitian**

Metodologi penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah rekayasa teknik. Penelitian rekayasa teknik merupakan jenis penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian terhadap sebuah produk berdasarkan pendekatan keteknikan. Dalam melakukan penelitian rekayasa teknik ada beberapa tahapan yang perlu diperhatikan, yakni tahap perancangan, tahap pembangunan/pembuatan, dan tahap

instalasi. Selanjutnya adalah pengujian terhadap produk yang telah di buat dengan menguji beberapa variabel yang telah di tentukan sebelumnya.

Berikut ini adalah diagram alir dari rancangan penelitian rekayasa teknik yang peneliti pilih :



**Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian**

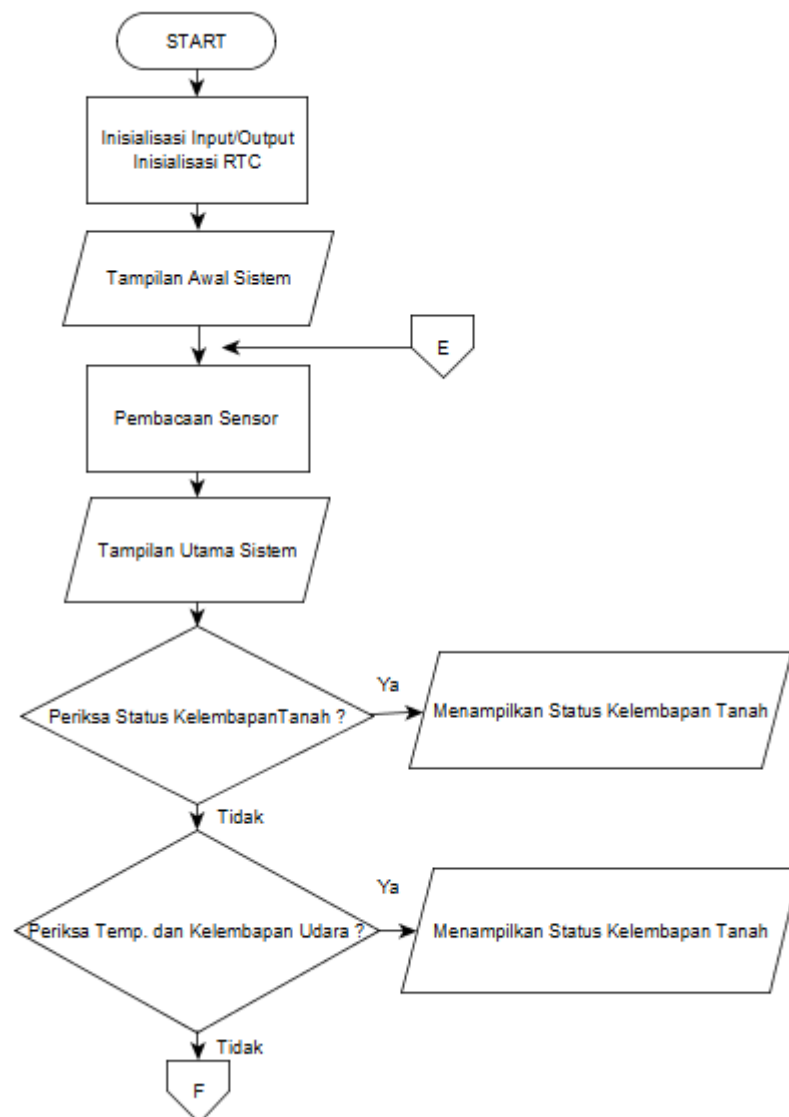
Gambar 3.1 merupakan diagram alir yang menjelaskan prosedur dari penelitian yang dilakukan peneliti. Penelitian ini diawali dengan perakitan rangkaian elektronika dari sistem yang akan dibangun, terdiri atas papan Arduino, komponen masukan (*input*), komponen proses dan komponen keluaran (*output*). Komponen masukan terdiri atas sensor kelembaban tanah, sensor suhu dan kelembaban udara (*humidity*). Komponen proses terdiri atas Arduino MEGA 2560 dan modul RTC (*Real Time Clock*). Sedangkan komponen keluaran (*output*) yang dimaksud terdiri atas LCD (*Liquid Crystal Display*) karakter, rangkaian *driver relay*, pompa air, pompa Nutrisi, Aerator dan *sprayer*.

Tahap selanjutnya adalah membuat maket alat atas rangkaian yang telah dinyatakan berfungsi dengan baik dan membangun *greenhouse* atau rumah tanaman dengan ukuran panjang 3 meter, lebar 2 meter dan tinggi 2 meter. Selanjutnya adalah merancang dan menerapkan program untuk menjalankan sistem yang telah dibangun.

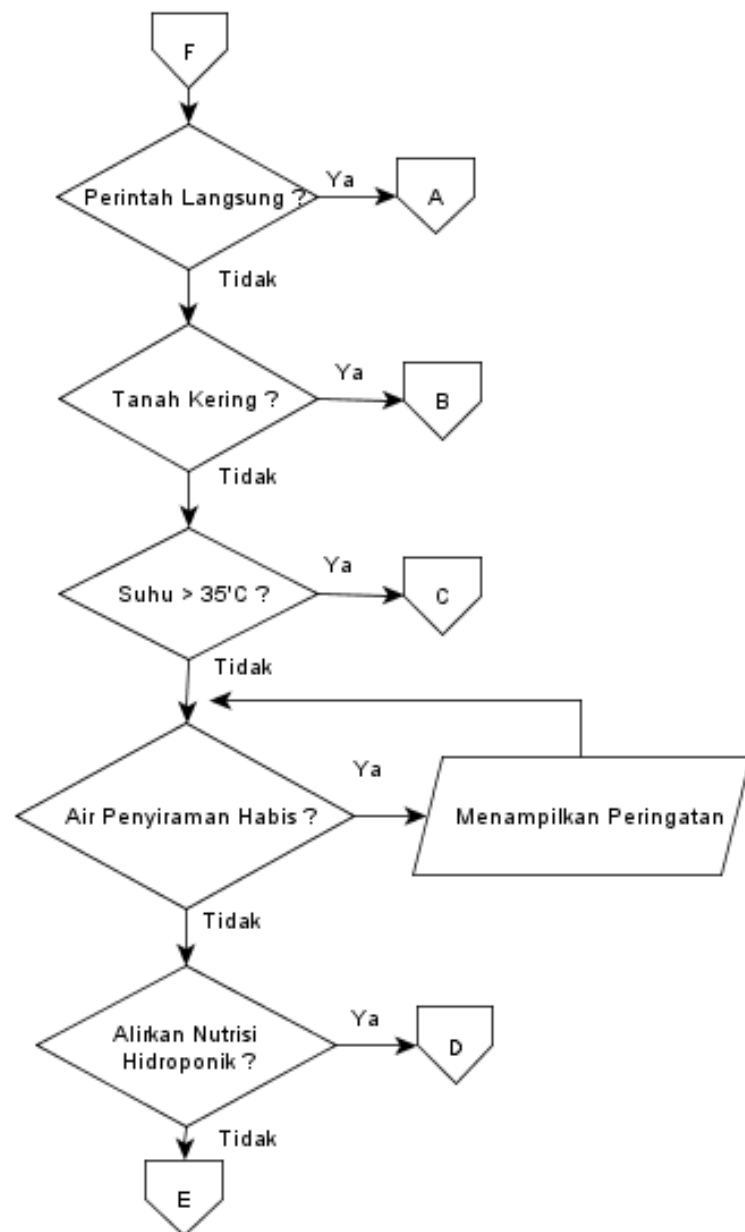
Setelah sistem dibangun dan program dari sistem telah diterapkan, maka langkah selanjutnya adalah tahap untuk pengujian dan evaluasi. Apabila alat sudah berhasil bekerja dengan baik, maka penelitian dianggap selesai.

### 3.3.1 Perancangan Sistem

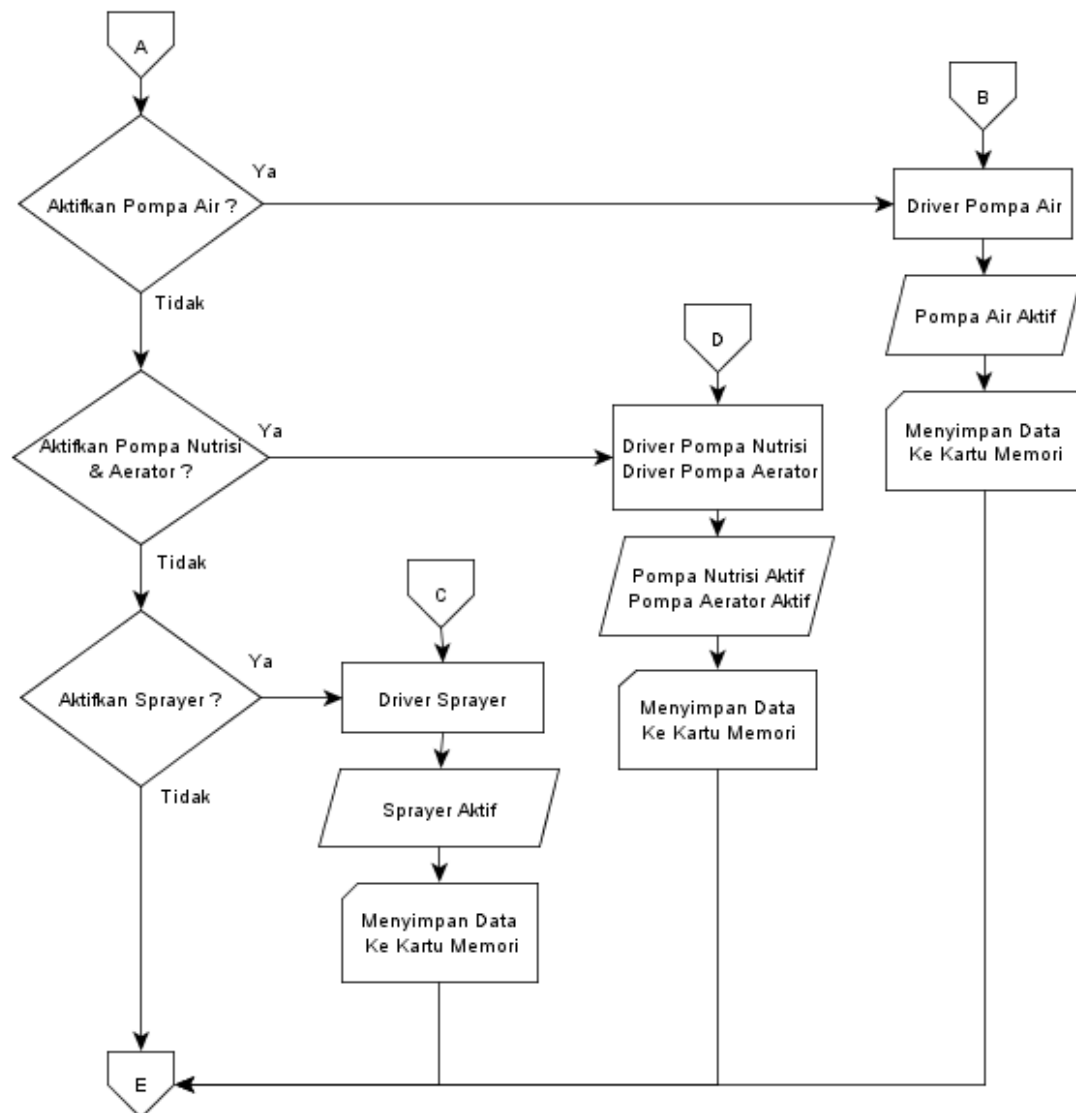
Perancangan sistem diterapkan dalam suatu diagram alir yang menjelaskan bagaimana alur kerja dari sistem alat yang akan dibangun, agar sistem dapat bekerja dengan teratur dan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Gambar 3.2 di bawah ini adalah gambar diagram perancangan kerja sistem penyiram otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) :



**Gambar 3. 2 Diagram Alir Rancangan sistem (a)**



**Gambar 3. 3 Diagram Alir Rancangan sistem (b)**



**Gambar 3. 4 Diagram Alir Rancangan sistem (c)**

Berdasarkan Gambar 3.2 – Gambar 3.4 di atas dapat dijelaskan bahwa deskripsi alur dari kerja sistem yang telah dirancang adalah sebagai berikut :

1. Pada saat diaktifkan maka pertama kali yang akan dilakukan oleh sistem adalah menginisialisasi perangkat masukan (*input*) dan keluaran (*output*) pada sistem yang akan dibangun, dengan begitu sistem yang berbasis Arduino akan memiliki pin untuk perangkat masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang aktif.
2. Kemudian sistem akan menampilkan tampilan awal berupa tampilan teks yang menandakan bahwa sistem sudah siap dan akan ditampilkan pada interface berupa LCD (*Liquid Crystal Display*).
3. Selanjutnya, maka sensor-sensor yang digunakan pada sistem akan aktif dan melakukan deteksi atau pembacaan terhadap lingkungan yang kemudian data hasil pembacaan tersebut akan ditampilkan oleh interface sistem.
4. Apabila pengguna melakukan pilihan untuk menampilkan data hasil pengukuran sensor, terdapat dua tombol yang berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan sistem. Pertama adalah tombol untuk menampilkan hasil pembacaan sensor suhu dan kelembapan udara di lingkungan sistem. Kedua adalah tombol untuk menampilkan hasil pembacaan sensor kelembapan tanah (mengetahui status tanah).
5. Dalam sistem dibuat juga pilihan untuk melakukan perintah langsung untuk mengantisipasi kesalahan atau kerusakan pada sensor yang telah di instalasi pada sistem, maka perintah langsung terhadap aktuator atau keluaran (*output*) keluaran ini sangatlah membantu. Apabila salah satu dari perintah



langsung dilakukan maka selanjutnya adalah sistem mengaktifkan keluaran (*output*) sistem, dalam hal ini adalah pompa air, pompa nutrisi, pompa gelembung atau *aerator* dan *sprayer*.

6. Apabila tidak ada perintah langsung pada sistem maka selanjutnya adalah tahap untuk mengeksekusi hasil pembacaan sensor pada sistem. Pertama adalah sensor kelembaban tanah, apabila nilai yang didapatkan dari sensor kelembaban tanah menunjukkan bahwa tanah memiliki tingkat kelembaban yang rendah (kering) maka selanjutnya sistem akan mengaktifkan pompa air untuk melakukan penyiraman. Kedua adalah keadaan dari sensor suhu, apabila sensor mendeteksi suhu diatas suhu yang telah ditentukan maka selanjutnya sistem akan mengaktifkan *sprayer*. Ketiga adalah sensor level air, apabila sensor mendeteksi tidak adanya ketersediaan air pada tempat penampungan air, maka sistem akan memberikan peringatan berupa teks pada *interface*. Keempat adalah pompa larutan nutrisi dan pompa gelembung udara (*aerator*) pada metode hidroponik yang akan aktif secara bersamaan pada waktu berkala, sehingga larutan dapat dialirkan menuju *tray* pertumbuhan hidroponik secara terus menerus, juga selalu diberikan oksigen dari pompa gelembung udara. Apabila pada sensor tidak memenuhi kondisi yang telah ditentukan maka sistem akan terus melakukan deteksi atau pembacaan keadaan lingkungan sistem.
7. Pada saat sistem mengaktifkan komponen-komponen output yang telah dijelaskan diatas, maka sistem juga melakukan penyimpanan data menuju kartu memori yang ada pada sistem.

8. Pada saat kondisi memenuhi kriteria atau keadaan yang ditentukan dan mengaktifkan keluaran baik *sprayer* ataupun pompa air, setelah aktif maka sistem akan melakukan *delay time* sebelum secara *otomatis* sistem juga akan menonaktifkan keluaran.

#### **3.3.1.1 Karakteristik Sistem**

Karakteristik dari sistem penyiram otomatis berbasis arduino pada rumah tanaman adalah sebagai berikut :

1. Lingkungan sistem merupakan lingkungan di dalam bangunan rumah tanaman (*greenhouse*).
2. Cairan yang digunakan untuk penyiraman tanaman dan pengkabutan melalui *sprayer* merupakan air ledeng yang dialirkan melalui pipa oleh bantuan sebuah pompa air.
3. Pada metode penanaman hidroponik, sistem bertanggung jawab dalam mengalirkan nutrisi dan memberikan oksigen secara berkala atau rentang waktu tertentu.
4. Sistem berjalan secara otomatis, juga dapat bekerja berdasarkan perintah langsung.

#### **3.3.1.2 Kriteria Sistem**

Berikut ini adalah kriteria dari sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) :

1. Sistem akan melakukan penyiraman ketika keadaan tanah terbaca oleh sensor kelembaban tanah dalam kondisi yang tidak lembab/kering. Sesuai dengan kajian teoritis pada komponen sensor kelembaban tanah, bahwa

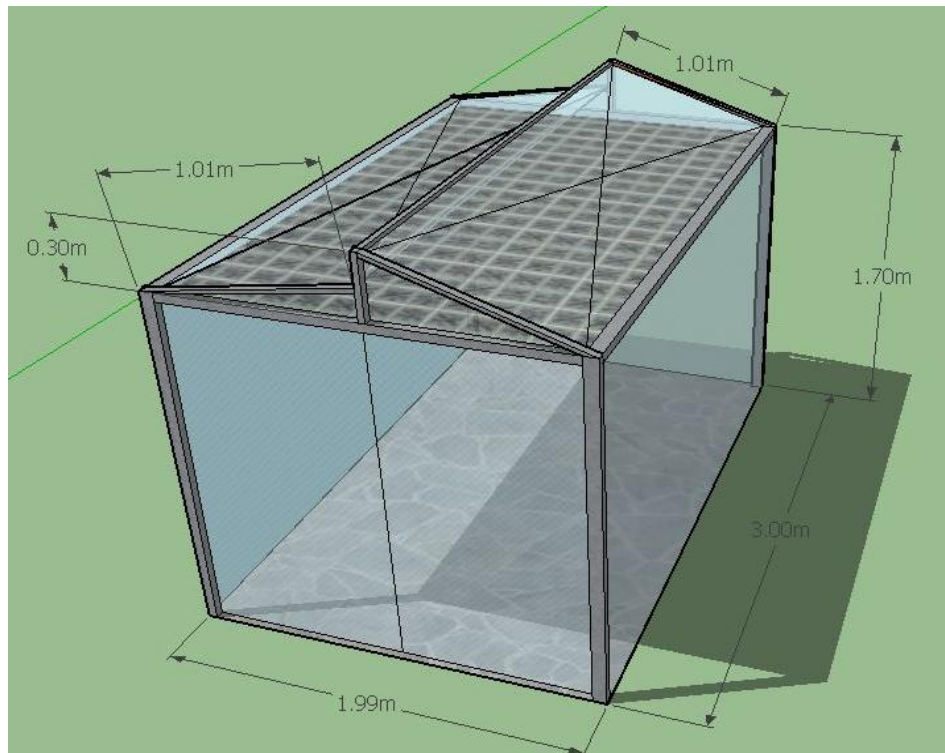
tegangan yang dihasilkan oleh sensor kelembapan tanah (*soil moisture*) pada kondisi yang dikehendaki.

2. Sistem akan mengalirkan dan memberikan udara kepada nutrisi pada metode penanaman hidroponik setiap 2 jam sekali dalam waktu 1 menit, dan ketika ada perintah secara langsung untuk diaktifkan.
3. *Sprayer* akan aktif melakukan pengkabutan ketika temperatur pada lingkungan sistem terbaca diatas 38°C atau kelembapan udara kurang dari 50%.
4. Sistem harus dapat mendeteksi ketersediaan air yang digunakan pada kegiatan penyiraman.
5. Sistem akan melakukan penyiraman dan pengkabutan terjadwal pada waktu tertentu di pagi dan sore hari.

### **3.3.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)**

#### **3.3.2.1 Perancangan Rumah Tanaman (*Greenhouse*)**

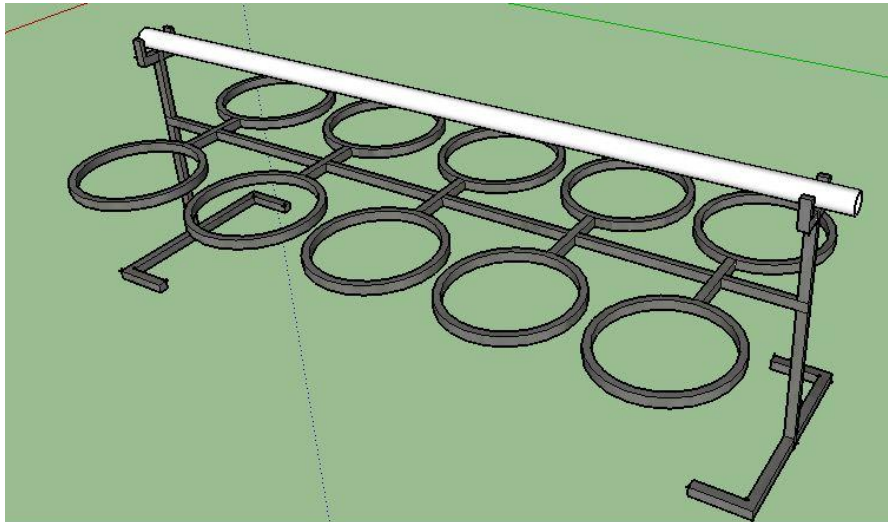
Rumah tanaman (*greenhouse*) memiliki rangka besi atau baja ringan yang berukuran panjang 3 meter, lebar 2 meter dan tinggi 2 meter. Paranet yang berfungsi sebagai penutup agar dapat mengurangi intensitas cahaya dengan baik. Serta peralatan penunjang sistem lainnya seperti selang air yang akan berfungsi sebagai pendistribusi air untuk melakukan penyiraman terhadap tanaman yang ada di dalam *greenhouse*.



**Gambar 3. 5 Rancangan Rumah Tanaman (*greenhouse*)**

### 3.3.2.2 Perancangan Penyiram Tanaman

Rancanganan perangkat keras (*hardware*) dari penyiram tanaman merupakan sebuah rangka besi menyerupai tempat pot yang memiliki kapasitas masing-masing 10 pot. Setiap rangka memiliki instalasi pengairan atau irigasi berupa pipa irigasi *sistem tetes* yang merupakan alat pendistribusian air menuju setiap tanaman atau pot-pot. Pipa-pipa pengairan pada masing-masing kerangka kemudian akan dihubungkan dengan pompa air yang akan di kendalikan penggunaannya oleh sistem, sehingga penyiraman akan berjalan secara berkala dan otomatis.



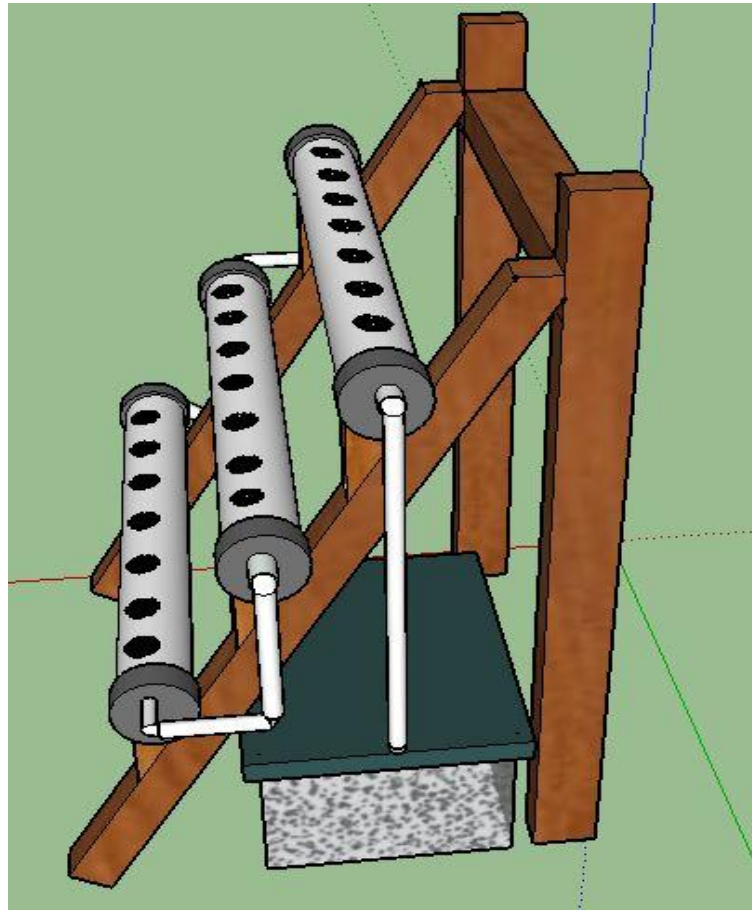
**Gambar 3. 6 Rancangan Rangka Penyiram Tanaman**

### **3.3.2.3 Perancangan Sistem Hidroponik**

Perancangan sistem hidroponik yang akan digunakan pada rumah tanaman adalah teknik hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*). Untuk membuat sistem hidroponik dengan teknik DFT (*Deep Flow Technique*) maka dibutuhkan beberapa komponen utama seperti penyangga tray pertumbuhan, tray pertumbuhan, dan tempat penampungan larutan nutrisi.

Penyangga tray pertumbuhan pada rancangan sistem hidroponik menggunakan bahan kayu atau dengan menggunakan bambu. Tray pertumbuhan sendiri menggunakan pipa PVC dengan ukuran 3 inci dengan masing-masing ujung pipa di tutup menggunakan penutup pipa, agar menghasilkan genangan larutan nutrisi pada saat pengoperasiannya. Sistem hidroponik dirancang memiliki 3 buah tray pertumbuhan, setiap tray di hubungkan dengan menggunakan pipa PVC dengan ukuran 1 inci untuk dapat mengalir dari tray pertumbuhan satu ke lainnya dan berakhir di tempat penampungan nutrisi kembali. Tempat penampungan larutan

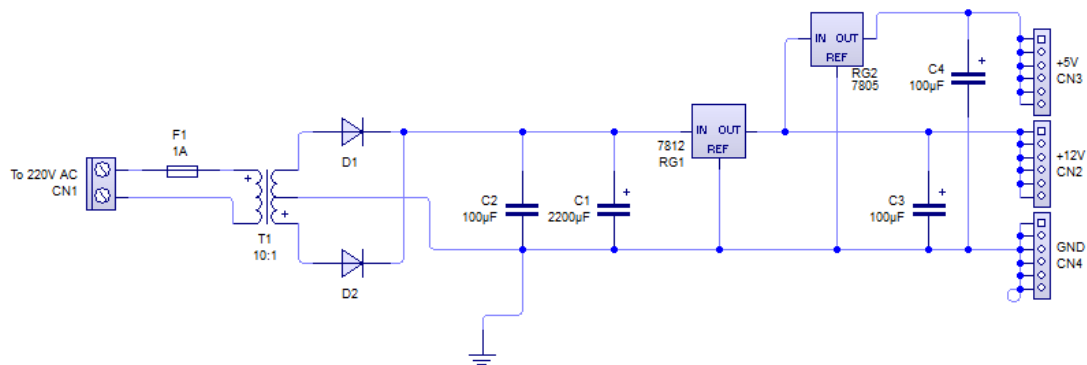
nutrisi menggunakan tempat penampungan berbahan plastik dan memiliki ruang bervolume lebih dari satu liter.



**Gambar 3. 7 Rancangan Sistem Hidroponik**

#### **3.3.2.4 Perancangan Catu Daya**

Catu daya atau *power supply* berperan penting atas sumber daya listrik yang digunakan di dalam sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*). Berikut adalah gambar rancangan catu daya yang akan digunakan pada sistem :



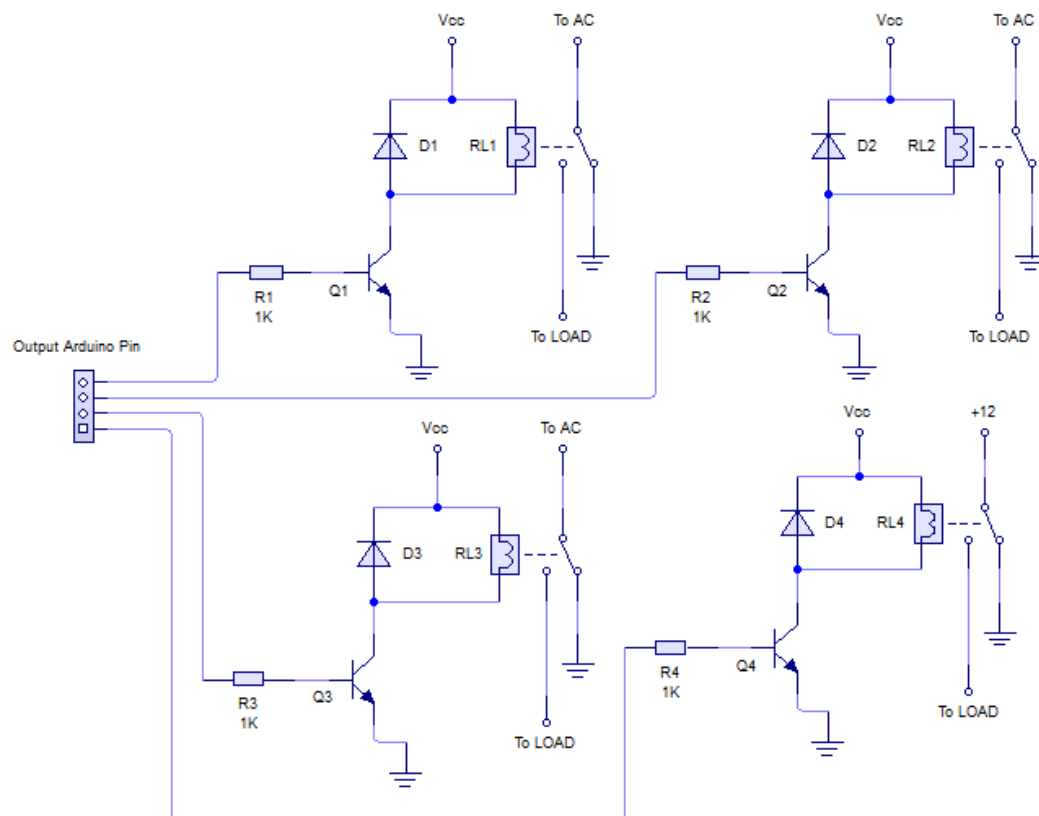
**Gambar 3. 8 Rancangan Catu Daya**

Rangkaian catu daya terdiri atas transformator atau trafo 1 A yang akan memberikan tegangan sebesar 15 volt sebagai keluaran yang kemudian akan disearahkan oleh dioda 1 dan 2, arus yang sudah disearahkan kemudian menuju *filter* oleh kapasitor C1 dan C2 dengan tujuan menstabilkan tegangan. Selanjutnya tegangan disesuaikan oleh regulator 7812 untuk menghasilkan keluaran 12V DC, selain itu juga dipasang regulator 7805 untuk menghasilkan keluaran 5V DC, sehingga catu daya memiliki 2 nilai keluaran yakni 12 dan 5 volt DC.

### 3.3.2.5 Perancangan *Driver Relay*

*Driver relay* merupakan satu bagian yang sangat dibutuhkan oleh sistem alat penyiram otomatis berbasis Arduino pada *greenhouse*. Rangkaian *driver relay* ini berfungsi sebagai aktuator yang akan mengendalikan keluaran (*output*) pada sistem, selain itu rangkaian driver relay juga berfungsi sebagai pengaman rangkaian utama agar terhindar dari kerusakan apabila terjadi arus balik yang dihasilkan oleh komponen keluaran (*output*) dalam hal ini pompa air, pompa nutrisi, pompa udara (*aerator*) dan juga *sprayer*.

Perancangan driver relay pada sistem alat penyiram otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) terdiri atas komponen beberapa komponen seperti transistor, dioda dan *relay* sebagai komponen utama.



**Gambar 3. 9 Rancangan Driver Relay**

### 3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

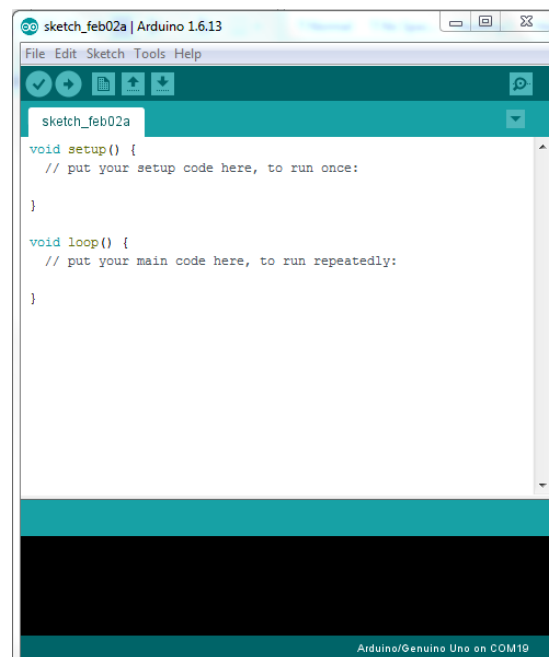
Perangkat lunak merupakan bagian yang tidak boleh terpisahkan dalam sistem yang akan dibangun, karena perangkat lunak juga sangat menentukan kerja sistem. Selain itu perangkat lunak pada sistem yang akan dibangun juga merupakan media interaksi antara sistem dengan manusia yang akan membangun sistem sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya.

Dalam hal ini perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE yang merupakan perangkat lunak resmi yang digunakan untuk pemrograman berbasis



Arduino. Dilihat dari bahasa pemrogramannya Arduino IDE merupakan software pemrograman yang menggunakan bahasa C/C++.

Penggunaan software Arduino IDE ini adalah pada tahap pembuatan program yang akan diterapkan pada sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada *greenhouse* yang menggunakan Arduino sebagai pengendali dari sistem tersebut. Berikut ini adalah gambar 3.8 yang merupakan tampilan awal dari *software* Arduino IDE :



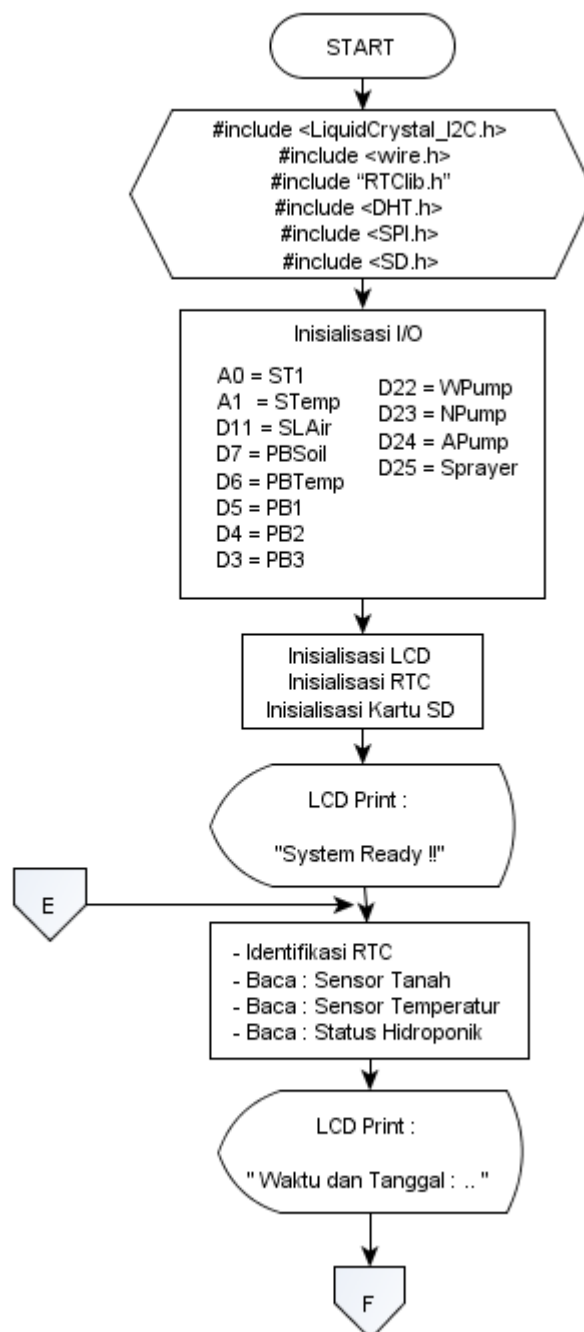
**Gambar 3. 10 Tampilan Awal Arduino IDE**

Selain itu untuk melakukan pemrograman terhadap Arduino, maka sebelumnya harus melakukan pengaturan terhadap pin-pin masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang akan digunakan pada sistem, demikian hal ini akan sangat berpengaruh pada pemrograman yang akan dibuat. Berikut ini adalah daftar penggunaan pin sebagai masukan (*input*) dan keluaran (*output*) pada Arduino:

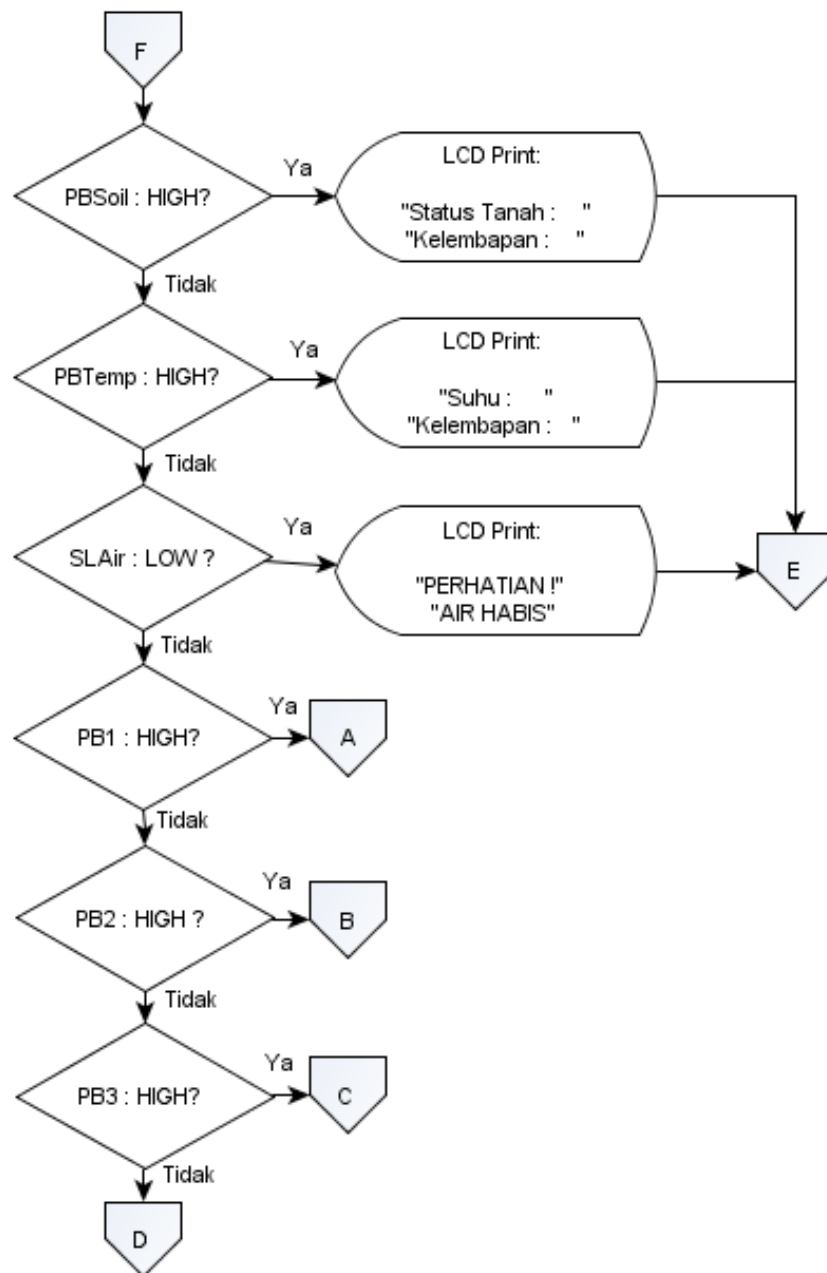
**Tabel 3. 1 Daftar Penggunaan Pin Arduino**

<b>Nama</b>	<b>Pin</b>	<b><i>Input/Output</i></b>	<b>Keterangan</b>
<b>ST</b>	D10	<i>Power</i>	Sensor Kelembapan Tanah
	A0	<i>Input</i>	
<b>STemp</b>	A1	<i>Input</i>	Sensor Temperatur
<b><i>Toggle Switch</i></b>	D3	<i>Input</i>	<i>Toggle Switch</i>
<b>PBSiram</b>	D4	<i>Input</i>	<i>Push Button</i> Siram
<b>PBSpray</b>	D5	<i>Input</i>	<i>Push Button</i> Spray
<b>PBSoil</b>	D7	<i>Input</i>	<i>Soil Moisture Push Button</i>
<b>PBTemp</b>	D6	<i>Input</i>	<i>Push Button</i> Temperatur
<b><i>Sprayer</i></b>	D22	<i>Output</i>	Motor <i>Sprayer</i>
<b>APump</b>	D24	<i>Output</i>	Pompa Udara
<b>NPump</b>	D26	<i>Output</i>	Pompa Nutrisi
<b>WPump</b>	D28	<i>Output</i>	Pompa Air
<b>LCD</b>	SDA	<i>Output</i>	LCD Karakter 2x16
	SCL		
<b>RTC</b>	SDA	Proses	Real Time Clock
	SCL		

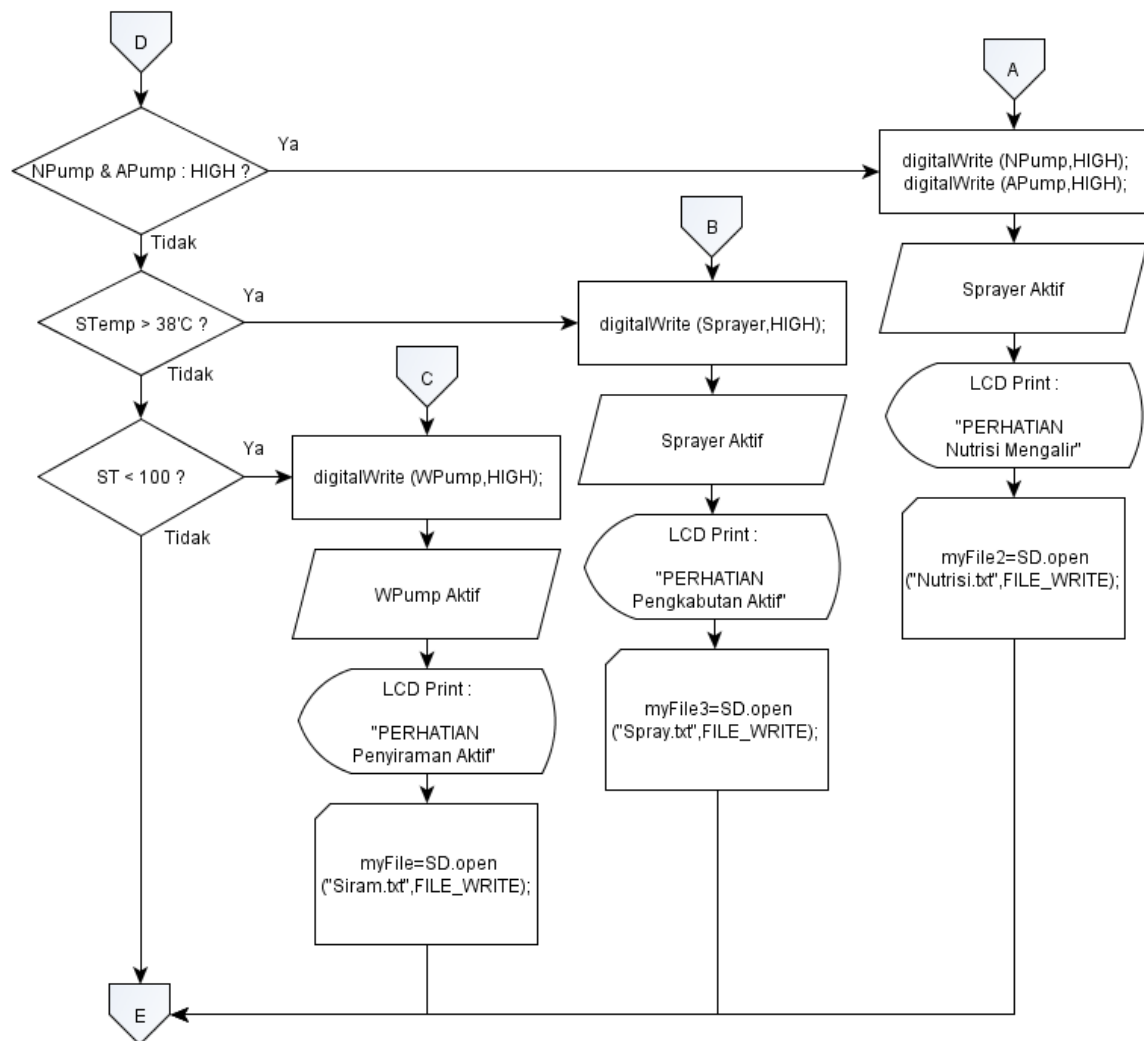
Berikut adalah diagram alir dari rancangan program dari sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) :



**Gambar 3. 11 Diagram Alir Program (a)**



**Gambar 3. 12 Diagram Alir Program (b)**



**Gambar 3. 13 Diagram Alir Program (c)**

### **3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan menggunakan studi literatur yang kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran terhadap alat. Dengan membandingkan hasil pengukuran alat terhadap studi literatur yang telah dilakukan maka diharapkan akan mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

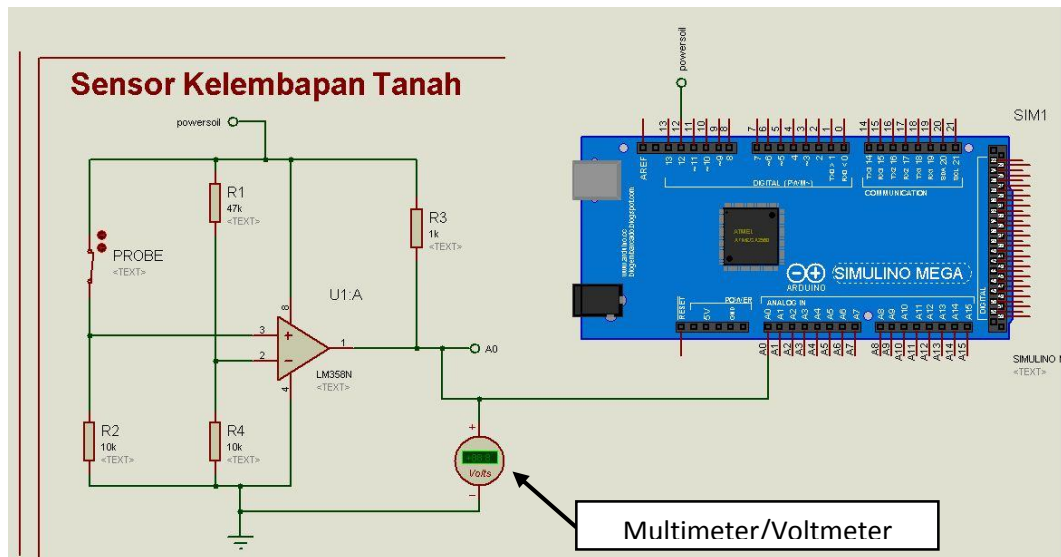
### **3.5 Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data merupakan kriteria pengujian yang dilakukan peneliti untuk mendapatkan data yang diperlukan pada keseluruhan sistem, kriteria pengujian dilakukan peneliti untuk menyatakan bahwa sistem yang telah dibuat dinyatakan berhasil. Untuk menyatakan bahwa sistem yang telah dibuat dinyatakan berhasil atau gagal, berikut kriteria pengujian pada penelitian Sistem penyiram otomatis berbasis Arduino pada Rumah Tanaman (*greenhouse*).

#### **3.5.1 Kriteria Pengujian Hardware**

##### **3.5.1.1 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah**

Pengujian sensor kelembapan tanah dilakukan untuk mengetahui berapa besar tegangan yang dihasilkan oleh sensor kelembapan tanah (ST) dalam mendeteksi keadaan tanah yang lembap/basah juga pada tanah yang kering. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran pada sensor kelembapan tanah. Seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 3. 14 Pengujian sensor kelembapan tanah**

Berikut adalah tabel pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan data hasil pengukuran :

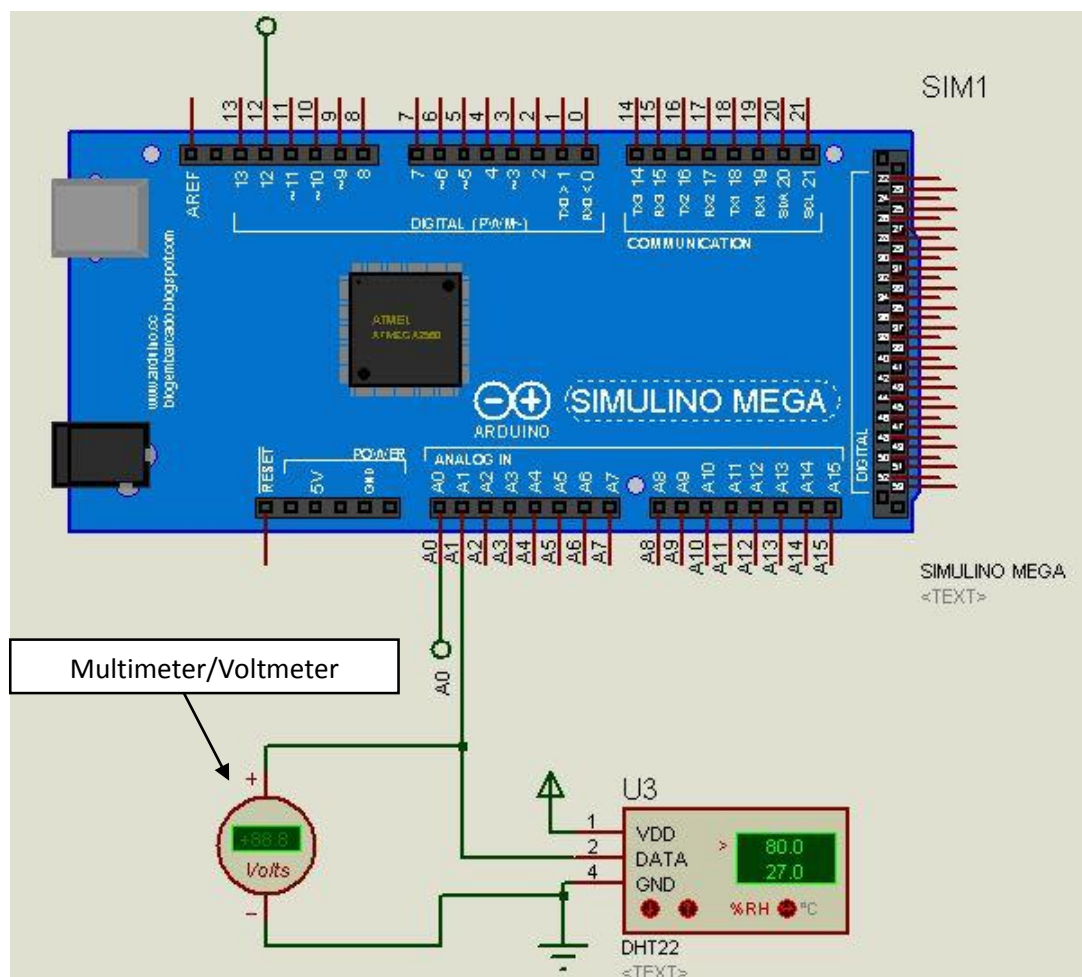
**Tabel 3. 2 Tabel Pengujian Sensor Kelembapan Tanah**

Status Tanah	Pembacaan Sensor (Analog Read)	Vout SKT (Volt)
Kering		
Basah		

\*SKT : Sensor Kelembapan Tanah

### 3.5.1.2 Pengujian Sensor Temperatur

Pengujian sensor temperatur dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sensor temperatur memiliki tingkat akurasi yang baik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai temperatur hasil pengukuran sensor dengan nilai temperatur yang diukur menggunakan instrument pengukuran lain dan mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan. Titik pengukuran pada sensor temperatur yang dilakukan peneliti, digambarkan oleh gambar 3.15 dibawah ini.



**Gambar 3. 15 Pengujian sensor temperatur**



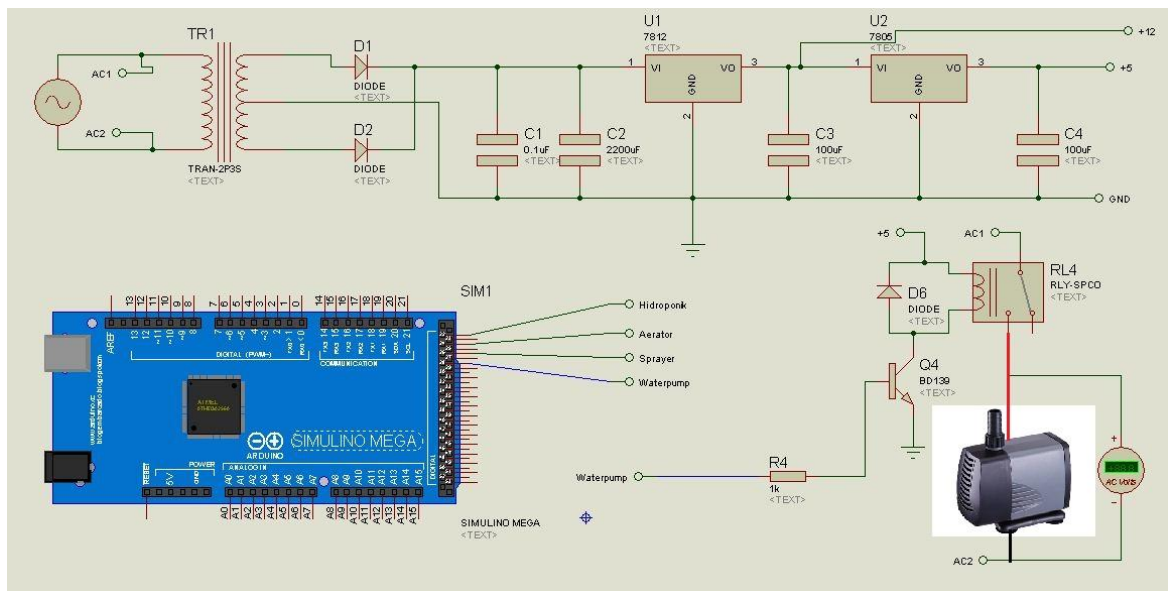
Berikut adalah tabel pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan data hasil pengukuran :

**Tabel 3. 3 Tabel Pengujian Sensor Temperatur**

<b>Waktu (WIB)</b>	<b>Temperatur DHT22 (°C)</b>	<b>Temperatur Instrumen pengukuran lain (°C)</b>	<b>Error %</b>
<b>08.00</b>			
<b>09.00</b>			
<b>10.00</b>			
<b>11.00</b>			
<b>12.00</b>			

### 3.5.1.3 Pengujian Pompa Air

Pengujian pompa air dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah pompa air bekerja sesuai kriteria sistem yang telah dirancang oleh peneliti. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai tegangan keluaran dari Arduino dan juga rangkaian *driver* keluaran dari sistem penyiram otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) dalam berbagai kondisi dan kriteria. Berikut ini adalah titik pengukuran yang dilakukan dalam menguji pompa air yang digunakan dalam sistem :



**Gambar 3. 16 Pengujian Pompa Air**

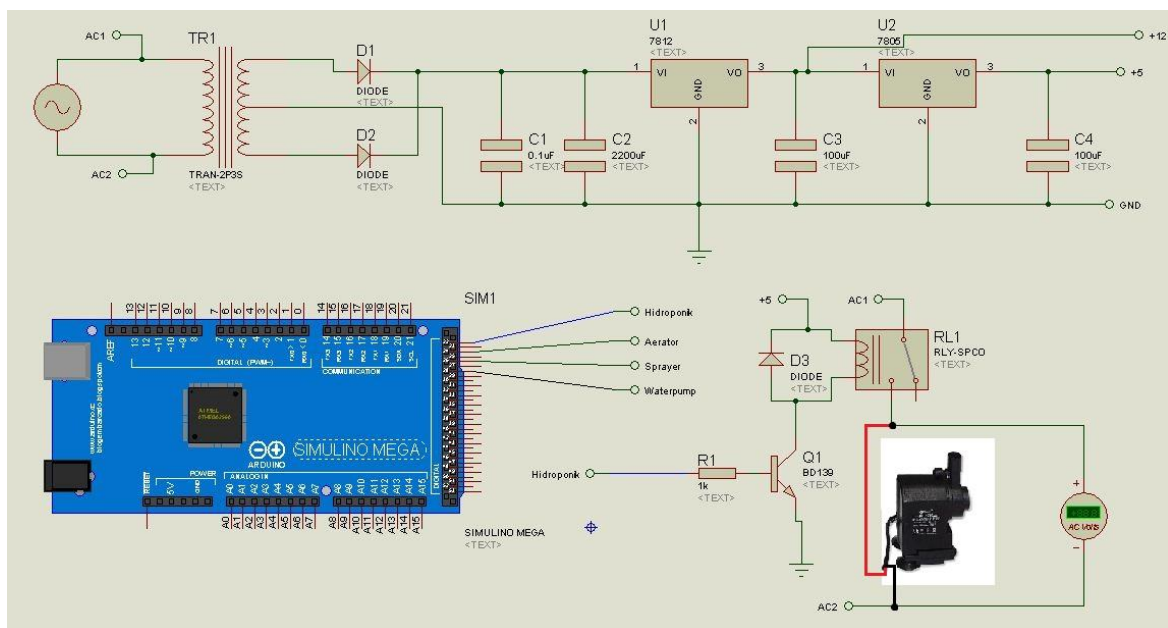
Berikut adalah tabel pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan data hasil pengukuran :

**Tabel 3. 4 Tabel Pengujian Pompa Air**

<b>Kondisi</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>	<b>Vout Sistem (VAC)</b>	<b>Vout Pin (VDC)</b>
<b>Perintah Langsung</b>	Mengaktifkan pompa air secara langsung.			
<b>Kondisi Tanah</b>	Tanah Kering Pompa Aktif Tanah Lembap/basah Pompa Tidak aktif			
<b>Kondisi Waktu</b>	Pada rentang waktu pukul 07.00-09.00, pompa air aktif untuk melakukan penyiraman pagi hari . Pada rentang waktu pukul 15.00-16.00, pompa air aktif untuk melakukan penyiraman sore hari.			

### 3.5.1.4 Pengujian Pompa Nutrisi

Pengujian pompa nutrisi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah pompa nutrisi bekerja sesuai kriteria sistem yang telah dirancang oleh peneliti. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai tegangan keluaran dari Arduino dan juga rangkaian *driver* keluaran dari sistem penyiram otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) dalam berbagai kondisi. Gambar berikut merupakan titik pengukuran yang dilakukan dalam menguji pompa nutrisi yang digunakan dalam sistem :



Gambar 3. 17 Pengujian Pompa Nutrisi

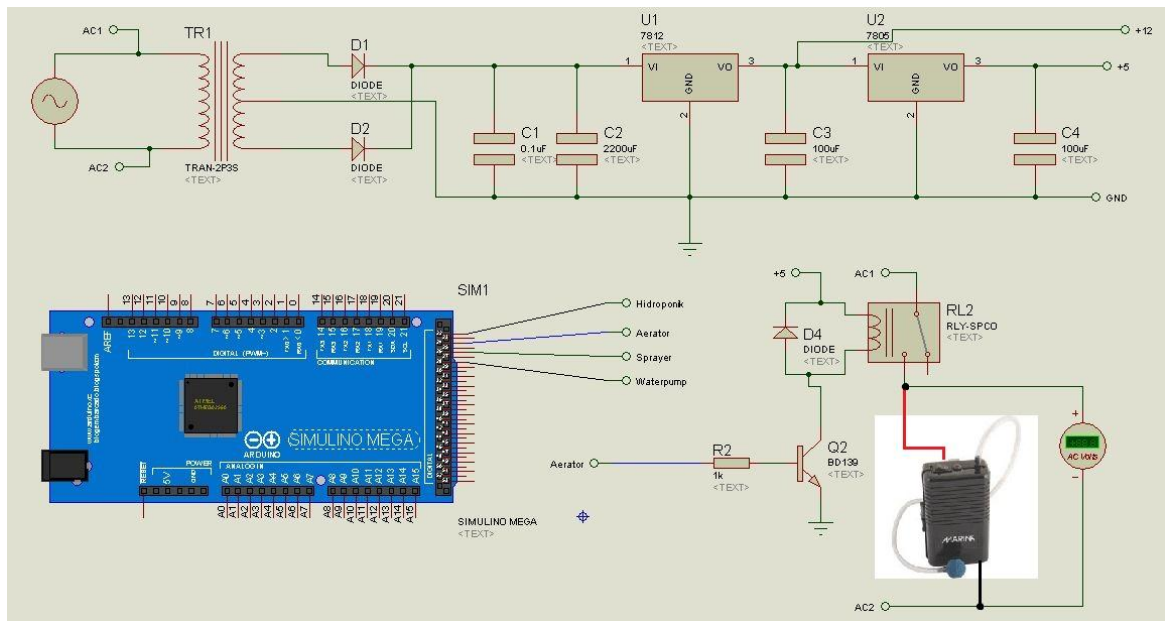
Berikut adalah tabel pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan data hasil pengukuran :

**Tabel 3. 5 Tabel Pengujian Pompa Nutrisi**

<b>Kondisi</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>	<b>Vout Sistem (VAC)</b>	<b>Vout Pin (VDC)</b>
<b>Perintah Langsung</b>	Mengaktifkan pompa nutrisi secara langsung.			
<b>Kondisi Waktu</b>	Pada pukul 08.00, pompa nutrisi aktif.			
	Pada pukul 10.00, pompa nutrisi aktif.			
	Pada pukul 12.00, pompa nutrisi aktif.			
	Pada pukul 14.00, pompa nutrisi aktif.			
	Pada pukul 15.00, pompa nutrisi aktif.			

### 3.5.1.5 Pengujian Aerator Nutrisi

Pengujian aerator nutrisi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah aerator nutrisi bekerja sesuai dengan kriteria sistem yang telah dirancang oleh peneliti. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai tegangan keluaran dari Arduino dan juga rangkaian *driver* keluaran dari sistem penyiram otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) dalam berbagai kondisi. Gambar berikut merupakan titik pengukuran yang dilakukan dalam menguji pompa nutrisi yang digunakan dalam sistem.



Gambar 3. 18 Pengujian Aerator Nutrisi

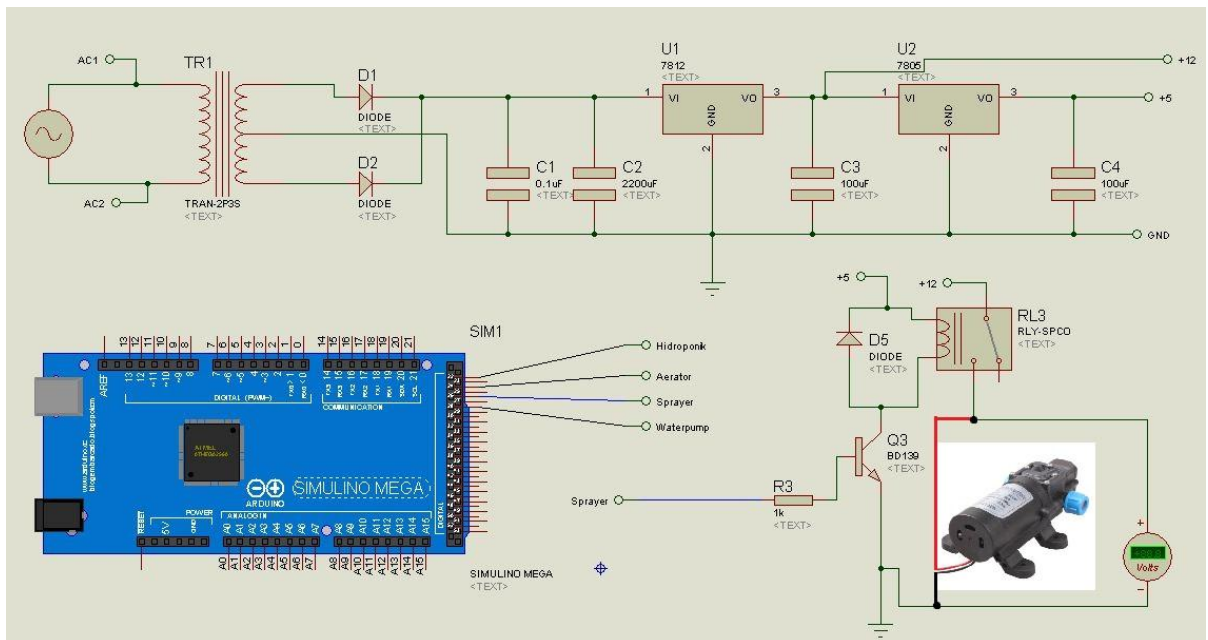
Berikut adalah tabel pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan data hasil pengukuran :

**Tabel 3. 6 Tabel Pengujian Aerator Nutrisi**

<b>Kondisi</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>	<b>Vout Sistem (VAC)</b>	<b>Vout Pin (VDC)</b>
<b>Perintah Langsung</b>	Mengaktifkan aerator nutrisi secara langsung.			
<b>Kondisi Waktu</b>	Pada pukul 08.00, aerator nutrisi aktif.			
	Pada pukul 10.00, aerator nutrisi aktif.			
	Pada pukul 12.00, aerator nutrisi aktif.			
	Pada pukul 14.00, aerator nutrisi aktif.			
	Pada pukul 15.00, aerator nutrisi aktif.			

### 3.5.1.6 Pengujian Pompa *Sprayer*

Pengujian pompa *sprayer* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah pompa *sprayer* bekerja sesuai dengan kriteria sistem yang telah dirancang oleh peneliti. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai tegangan keluaran dari Arduino dan juga rangkaian *driver* keluaran dari sistem penyiram otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) dalam berbagai kondisi. Gambar berikut merupakan titik pengukuran yang dilakukan dalam menguji pompa nutrisi yang digunakan dalam sistem.



Gambar 3. 19 Pengujian Sprayer



Berikut adalah tabel pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan data hasil pengukuran :

**Tabel 3. 7 Tabel Pengujian Pompa Sprayer**

<b>Kondisi</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>	<b>Vout Sistem (VDC)</b>	<b>Vout Pin (VDC)</b>
<b>Perintah Langsung</b>	Mengaktifkan pompa <i>sprayer</i> secara langsung.			
<b>Kondisi Temperatur dan Kelembapan Udara</b>	Temperatur diatas 37°C atau dengan presentase kelembapan udara kurang dari 55%, pompa <i>sprayer</i> aktif.			
<b>Kondisi Waktu</b>	Pada rentang waktu pukul 07.00-09.00, pompa <i>sprayer</i> aktif.			
	Pada rentang waktu pukul 15.00- 16.00, pompa <i>sprayer</i> aktif.			

### 3.5.2 Kriteria Pengujian *Software*

#### 3.5.2.1 Pengujian Program LCD

Pengujian Program LCD bertujuan untuk mengetahui apakah program LCD yang dibuat sesuai dengan rancangan. Teknik analisis pengujian dari program Arduino terhadap tampilan LCD dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 3. 8 Tabel Pengujian Program LCD (Liquid Crystal Display)**

<b>Tampilan</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>
<b>Awal</b>	LCD menampilkan tampilan awal.	
<b>Utama</b>	LCD menampilkan tampilan utama sistem berupa keterangan hari, tanggal dan waktu	
<b>Cek Kondisi</b>	LCD menampilkan nilai teperatur dan kelembapan udara ( <i>humidity</i> ).	
	LCD akan menampilkan nilai kelembapan dan status kelembapan tanah.	
<b>Pemberitahuan</b>	LCD menampilkan pemberitahuan apabila air habis.	
	LCD menampilkan pemberitahuan pada saat pompa air aktif.	
	LCD menampilkan pemberitahuan pada saat pompa nutrisi aktif.	

LCD menampilkan pemberitahuan pada saat aerator nutrisi aktif.
LCD menampilkan pada saat pompa <i>sprayer</i> aktif.

### 3.5.3 Pengujian Hasil Kerja Sistem terhadap Tanaman

Pengujian kerja sistem bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sistem bekerja dan mengamati hasil kerja sistem terhadap objek penelitian. Pengujian dilakukan dengan mengamati hasil kerja sistem penyiram otomatis pada rumah tanaman (*greenhouse*) terhadap pertumbuhan tanaman sawi china atau *pak choi*. Berikut ini adalah tabel pengujian hasil kerja sistem terhadap tanaman sawi china atau *pak choi* :

**Tabel 3. 9 Tabel Pengujian Hasil Kerja Sistem terhadap Tanaman**

Metode		Hari ke :				
		1	5	10	15	20
Konvensional	Jumlah Daun					
	Tebal					
	Batang					
	Daun					
	Tinggi Tanaman					
Hidroponik	Jumlah Daun					

---

Tebal

Batang

Daun

---

Tinggi

Tanaman

---

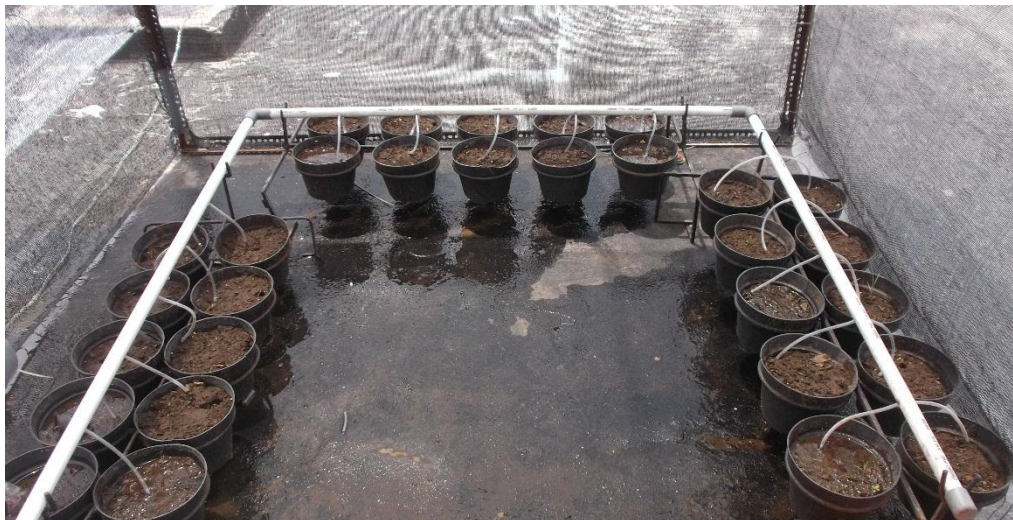
## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **4.1 Deskripsi Hasil Penelitian**

Berdasarkan perancangan pada BAB III, sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) merupakan sebuah sistem elektronik yang menggunakan papan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Pada dasarnya sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) bekerja berdasarkan keadaan lingkungan pada rumah tanaman (*greenhouse*), seperti suhu dalam rumah tanaman, keadaan tanah pada penanaman konvensional dan mengalirkan larutan nutrisi pada metode penanaman hidroponik di dalamnya.

Terdapat beberapa bagian penting dalam sistem penyiraman tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*), yang pertama adalah sistem penyiraman pada penanaman konvensional, seperti yang terlihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4. 1 Metode Penanaman Konvensional**

Kedua, sistem penanaman hidroponik dengan menggunakan jenis hidroponik DFT atau *Deep Flow Technique*, terdiri dari *tray* penanaman, larutan nutrisi, pompa dan aerator. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



**Gambar 4. 2 Metode Penanaman Hidroponik**

Ketiga, rumah tanaman atau *greenhouse* yang merupakan lingkungan sistem sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) itu sendiri. Gambar 4.3 merupakan gambar dari rumah tanaman atau *greenhouse*.



**Gambar 4. 3 Rumah tanaman (greenhouse)**

Keempat, pengendali sistem yang menjadi pusat kendali penyiraman tanaman pada penanaman konvensional maupun penanaman secara hidroponik. Gambar 4.4 merupakan gambar dari pengendali sistem.



**Gambar 4. 4 Alat Pengendali Sistem**



#### 4.1.1 Langkah Kerja Alat

Berikut ini adalah langkah kerja dari sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman :

1. Tekan saklar daya sistem penyiram tanamana otomatis berbasis Arduino, yang ada pada bagian depan kotak alat, seperti yang terlihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4. 5 Saklar Daya pada Alat**

2. Setelah sistem mendapatkan daya, alat akan menampilkan pesan awal pada LCD karakter berupa teks “*SYSTEM READY !*”, seperti yang ditunjukkan Gambar 4.6.



**Gambar 4. 6 Tampilan awal sistem**



3. Selanjutnya alat akan menampilkan tampilan utama dari sistem yakni berupa tampilan waktu dan tanggal secara *realtime*, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.7 berikut ini.



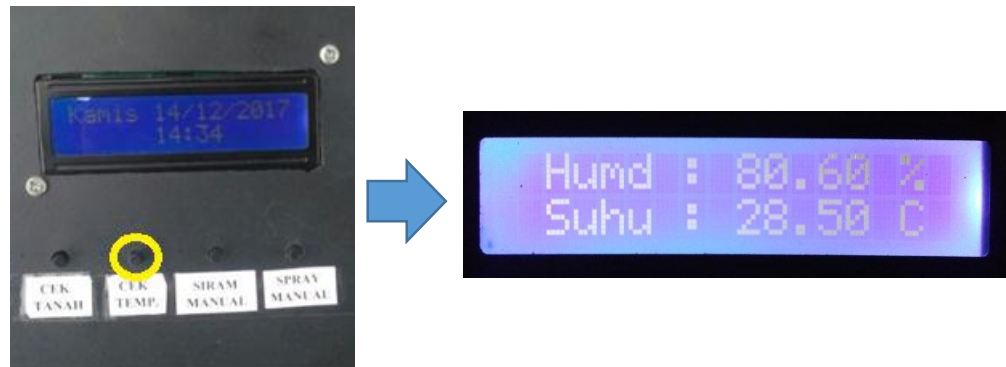
**Gambar 4. 7 Tampilan Waktu**

4. Untuk mengetahui kondisi terkini dari status tanah pada penanaman konvensional, tekan tombol CEK TANAH. Maka alat akan menampilkan status tanah yakni nilai ADC yang dibaca oleh sensor kelembapan tanah dan statusnya yang berupa kondisi LEMBAP/KERING.



**Gambar 4. 8 Cek kondisi tanah**

5. Untuk mengetahui kondisi terkini dari temperatur dan kelembapan udara lingkungan, maka tekan tombol CEK TEMP. Alat akan menampilkan nilai dari temperatur dan presentase kelembapan udara yang dibaca oleh sensor temperatur dan kelembapan udara pada sistem.



**Gambar 4. 9 Cek Temperatur**

6. Sistem secara otomatis akan mengalirkan nutrisi hidroponik pada metode penanaman hidroponik, pada waktu tertentu selama 5 menit dan pada selang waktu 2 jam.
7. Sistem secara otomatis akan melakukan penyiraman pada metode penanaman konvensional, saat kondisi tanah terbaca oleh sensor dalam keadaan kering, atau pada nilai ADC yang terbaca  $< 100$ .
8. Sistem secara otomatis akan melakukan pengkabutan dalam lingkungan sistem (*greenhouse*) saat kondisi terpenuhi yakni pada temperatur udara  $> 37^{\circ}\text{C}$  atau pada nilai kelembapan udara  $< 55\%$ .

9. Untuk mengalirkan nutrisi hidroponik secara manual, ubah kondisi tuas saklar toggle pada alat pada kondisi ON. Maka sistem akan terus menerus mengalirkan nutrisi pada metode penanaman hidroponik sampai tuas pada saklar toggle di ubah kembali pada kondisi OFF.



**Gambar 4. 10 Saklar Pengalir Nutrsi Manual**

10. Untuk melakukan penyiraman secara manual, tekan tombol SIRAM MANUAL pada alat. Maka sistem akan melakukan penyiraman pada metode penanaman konvensional diluar kondisi tertentu.



**Gambar 4. 11 Tombol Penyiraman Manual**

11. Untuk melakukan pengkabutan secara manual, tekan tombol SPRAY MANUAL pada alat. Maka sistem akan melakukan pengkabutan pada lingkungan sistem diluar kondisi tertentu.



**Gambar 4. 12 Tombol Pengkabutan Manual**

#### **4.2 Analisis Data Penelitian**

Teknik analisis data merupakan kriteria pengujian yang dilakukan peneliti untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk mendukung hasil penelitian, kriteria pengujian dilakukan peneliti untuk menyatakan bahwa sistem yang telah dibuat dinyatakan berhasil atau gagal. Untuk mengetahui hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti melakukan pengujian terhadap seluruh kriteria pengujian yang telah dirancang sebelumnya, dan berikut ini adalah data hasil pengujian terhadap sistem penyiraman tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*) yang telah dilakukan peneliti.

#### 4.2.1 Pengujian Hardware

##### 4.2.1.1 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Berikut ini adalah data yang diperoleh oleh peneliti dalam melakukan pengujian terhadap kerja sensor kelembapan tanah.

**Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah**

Status Tanah	Pembacaan Sensor (Decimal)	Vout S <sub>KT</sub> (V)
Kering	10	0.035
Lembap	563	2,43

\*S<sub>KT</sub> : Sensor Kelembapan Tanah

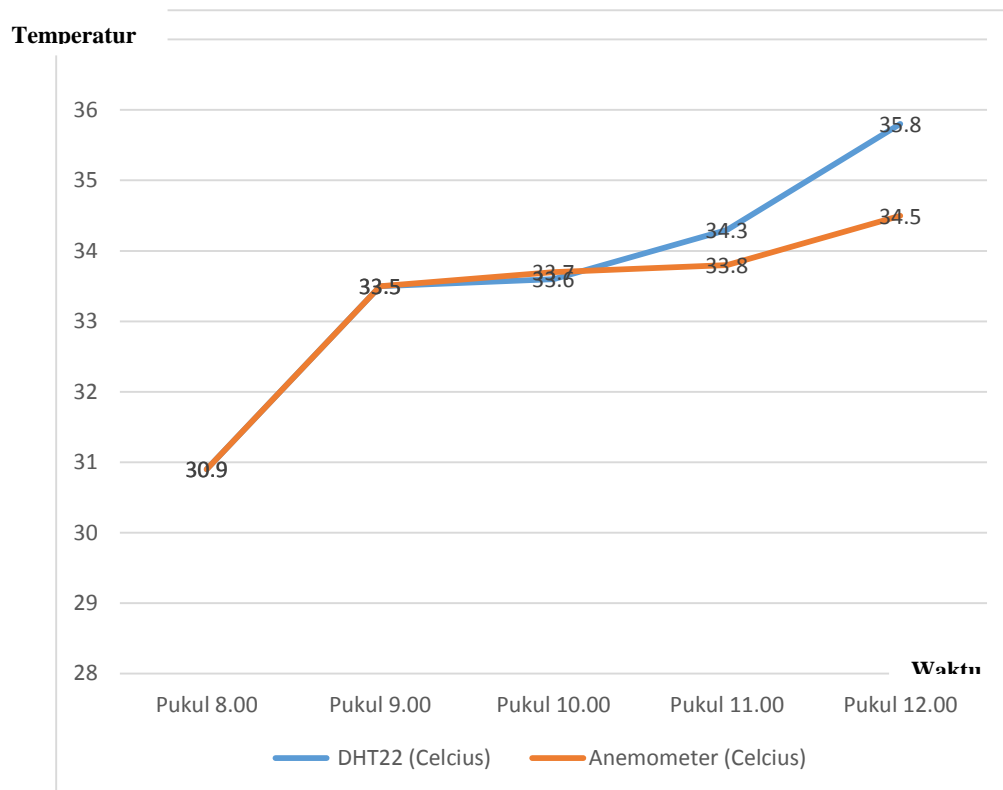
##### 4.2.1.2 Pengujian Sensor Temperatur

Tabel 4.2 menyajikan data hasil pengujian yang dilakukan terhadap sensor temperatur pada sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*).

**Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Temperatur**

Waktu	Temperatur DHT22(°C)	Temperatur Anemometer (°C)	Error %
08.00	30,9	30,9	0
09.00	33,5	33,5	0
10.00	33,6	33,7	0,29
11.00	34,3	33,8	1,47
12.00	35,8	34,5	3,76

Berikut ini adalah gambar 4.15, merupakan grafik yang menunjukkan hasil pengujian terhadap sensor temperatur DHT22 yang terdapat pada sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*).



**Gambar 4. 13 Grafik Pengujian Sensor Temperatur**

#### 4.2.1.3 Pengujian Pompa Air

Tabel 4.3 menyajikan data hasil pengujian yang dilakukan terhadap pompa air yang digunakan pada sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*).

**Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Pompa Air**

Kondisi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian	Vout Sistem (VAC)	Vout Pin (VDC)
<b>Perintah Langsung</b>	Mengaktifkan pompa air secara langsung.	Pompa Air Aktif	209,9	4,8
<b>Kondisi Tanah</b>	Tanah Kering Pompa Aktif	Pompa Air Aktif	210,5	4.7
	Tanah Lembap/basah Pompa Tidak aktif	Pompa Air Tidak Aktif	0	0
<b>Kondisi Waktu</b>	Pada rentang waktu pukul 07.00-09.00, pompa air aktif untuk melakukan penyiraman pagi hari .	Pompa Air Aktif	209,9	4,8
	Pada rentang waktu pukul 15.00-16.00, pompa air aktif untuk melakukan penyiraman sore hari.	Pompa Air Aktif	208,3	4,8

#### 4.2.1.4 Pengujian Pompa Nutrisi

Tabel 4.4 menyajikan data hasil pengujian yang dilakukan terhadap pompa nutrisi yang digunakan pada sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*).

**Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Pompa Nutrisi**

<b>Kondisi</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>	<b>Vout Sistem (VAC)</b>	<b>Vout Pin (VDC)</b>
<b>Perintah Langsung</b>	Mengaktifkan pompa nutrisi secara langsung.	Pompa Nutrisi Aktif	213,8	4,8
<b>Kondisi Waktu</b>	Pada pukul 08.00, pompa nutrisi aktif.	Pompa Nutrisi Aktif	213,4	4,8
	Pada pukul 10.00, pompa nutrisi aktif.	Pompa Nutrisi Aktif	213,8	4,8
	Pada pukul 12.00, pompa nutrisi aktif.	Pompa Nutrisi Aktif	213,8	4,8
	Pada pukul 14.00, pompa nutrisi aktif.	Pompa Nutrisi Aktif	213,4	4,8
	Pada pukul 16.00, pompa nutrisi aktif.	Pompa Nutrisi Aktif	213,4	4,8



#### 4.2.1.5 Pengujian Aerator Nutrisi

Tabel 4.5 menyajikan data hasil pengujian yang dilakukan terhadap aerator nutrisi yang digunakan pada sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*).

**Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Aerator Nutrisi**

<b>Kondisi</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>	<b>Vout Sistem (VAC)</b>	<b>Vout Pin (VDC)</b>
<b>Perintah Langsung</b>	Mengaktifkan aerator nutrisi secara langsung.	Aerator Nutrisi Aktif	214,0	4,8
<b>Kondisi Waktu</b>	Pada pukul 08.00, aerator nutrisi aktif.	Aerator Nutrisi Aktif	213,8	4,8
	Pada pukul 10.00, aerator nutrisi aktif.	Aerator Nutrisi Aktif	213,8	4,8
	Pada pukul 12.00, aerator nutrisi aktif.	Aerator Nutrisi Aktif	214,0	4,8
	Pada pukul 14.00, aerator nutrisi aktif.	Aerator Nutrisi Aktif	214,0	4,8
	Pada pukul 16.00, aerator nutrisi aktif.	Aerator Nutrisi Aktif	211,6	4,8

#### 4.2.1.6 Pengujian Pompa *Sprayer*

Berikut ini adalah tabel 4.6 yang menyajikan data hasil pengujian terhadap *sprayer* yang digunakan pada sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*).

**Tabel 4. 6 Hasil pengujian Pompa *Sprayer***

<b>Kondisi</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>	<b>Vout Sistem (VDC)</b>	<b>Vout Pin (VDC)</b>
<b>Perintah Langsung</b>	Mengaktifkan pompa <i>sprayer</i> secara langsung.	Pompa <i>Sprayer</i> Aktif	15,05	4,8
<b>Kondisi Temperatur dan Kelembapan Udara</b>	Temperatur diatas 37°C atau dengan presentase kelembapan udara kurang dari 55%, pompa <i>sprayer</i> aktif.	Pompa <i>Sprayer</i> Aktif	15,0	4,8
<b>Kondisi Waktu</b>	Pada rentang waktu pukul 07.00-09.00 (pagi hari), pompa <i>sprayer</i> aktif.	Pompa <i>Sprayer</i> Aktif	15,12	4,8
	Pada rentang waktu pukul 15.00- 16.00 (sore hari), pompa <i>sprayer</i> aktif.	Pompa <i>Sprayer</i> Aktif	15,12	4,8

## 4.2.2 Pengujian Software

### 4.2.2.1 Pengujian Program LCD

Berikut ini adalah tabel 4.7 yang menyajikan data hasil pengujian terhadap program LCD pada sistem penyiram tanaman berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*).

**Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Program LCD (Liquid Crystal Display)**

<b>Tampilan</b>	<b>Kriteria Pengujian</b>	<b>Hasil Pengujian</b>
<b>Awal</b>	LCD menampilkan tampilan awal.	LCD menampilkan teks sebagai berikut : <b>“SYSTEM READY”</b> <b>“By:Mediawan”</b>
<b>Utama</b>	LCD menampilkan tampilan utama sistem berupa keterangan hari, tanggal dan waktu	LCD menampilkan keterangan waktu, dengan format sebagai berikut : <b>“Hari, Tanggal/Bulan/Tahun”</b> <b>“Jam:Menit”</b>
<b>Cek Kondisi</b>	Pada saat cek kondisi temperatur dan kelembapan udara ( <i>humidity</i> ), LCD akan menampilkan nilai temperatur dan kelembapan udara ( <i>humidity</i> )	LCD menampilkan data berupa nilai temperatur dan kelembapan udara, dengan format sebagai berikut : <b>“Humd : (nilai) % ”</b> <b>“Temp : (nilai) C ”</b>
	Pada saat cek status tanah, LCD akan menampilkan nilai kelembapan dan	LCD menampilkan data berupa nilai diskrit ADC dan status dari kelembapan tanah, dengan format sebagai berikut :

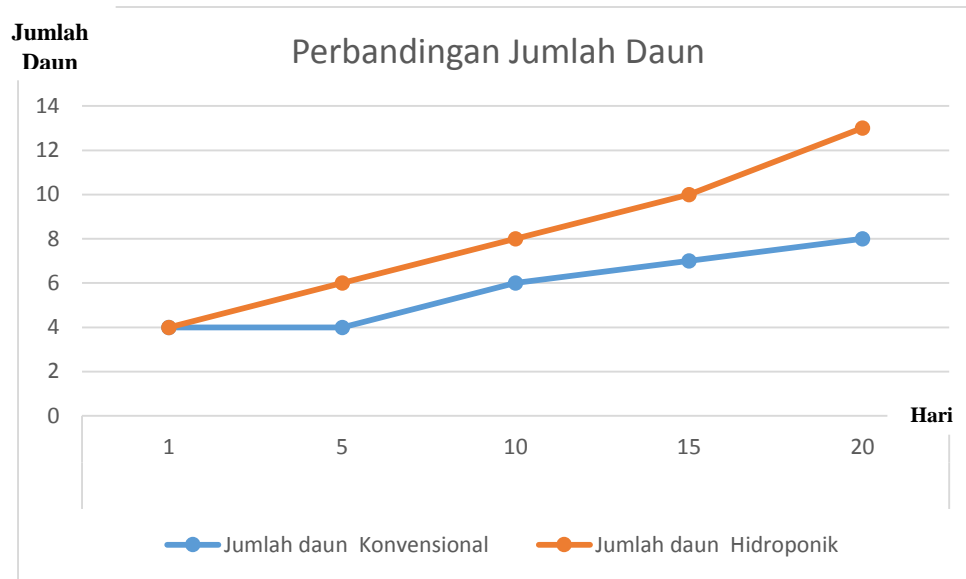
	status kelembapan tanah.	<b>“Kelembapan = (nilai ADC)”</b> <b>“Status = (Kering/Lembap)”</b>
	LCD menampilkan pemberitahuan apabila air habis.	LCD menampilkan teks : <b>“PERHATIAN !”</b> <b>“AIR HABIS”</b>
<b>Pemberitahuan</b>	LCD menampilkan pemberitahuan pada saat pompa air aktif.	LCD menampilkan teks : <b>“PERHATIAN”</b> <b>“SEDANG MENYIRAM”</b>
	LCD menampilkan pada saat pompa <i>sprayer</i> aktif.	LCD menampilkan teks : <b>“PERHATIAN”</b> <b>“SPRAYER AKTIF”</b>

### 4.2.3 Pengujian Hasil kerja Sistem terhadap Tanaman

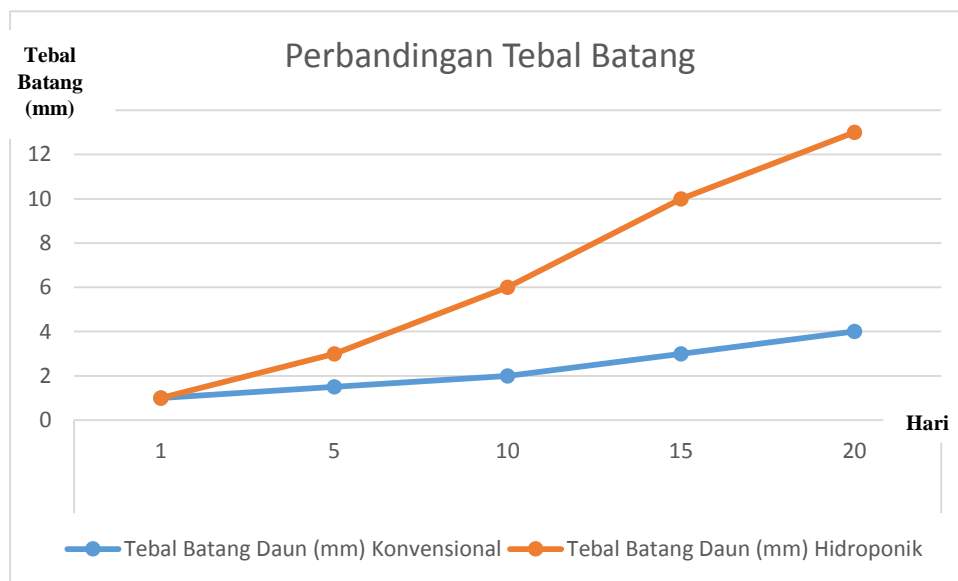
Berikut adalah Tabel 4.8 yang menyajikan data hasil pengujian terhadap kerja sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduinon pada rumah tanaman (*greenhouse*).

**Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kerja Sistem**

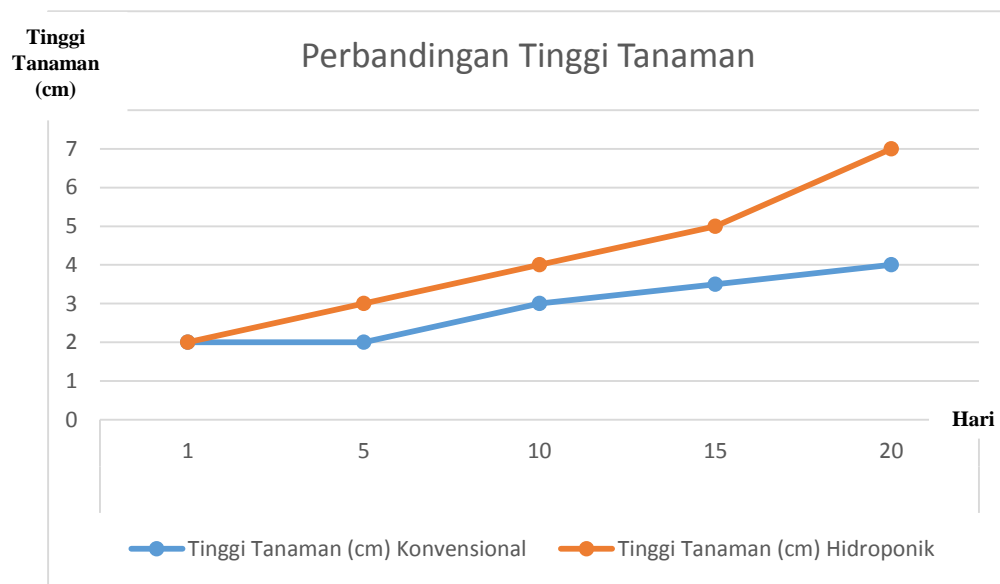
Metode		Hari ke :				
Penanaman		1	5	10	15	20
Konvensional	Jumlah Daun	4	4	6	7	8
	Tebal Batang Daun	1 mm	1,5 mm	2 mm	3 mm	4 mm
	Tinggi Tanaman	2 cm	2 cm	3 cm	3,5 cm	4 cm
	Jumlah Daun	4	6	8	10	13
Hidroponik	Tebal Batang Daun	1 mm	3 mm	6 mm	10 mm	13 mm
	Tinggi Tanaman	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	7 cm
	Jumlah Daun	4	6	8	10	13
	Tebal Batang Daun	1 mm	3 mm	6 mm	10 mm	13 mm



**Gambar 4. 14 Perbandingan Jumlah Daun**



**Gambar 4. 15 Perbandingan Tebal Batang**



**Gambar 4. 16 Perbandingan Tinggi Tanaman**

### 4.3 Pembahasan

Berikut ini adalah pembahasan terhadap data hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman (*greenhouse*), diantaranya adalah sebagai berikut :

Pada Tabel 4.1 hasil pengujian sensor kelembapan tanah, didapatkan hasil keadaan kelembapan tanah yang digunakan pada sistem penanaman konvensional. Hasil tersebut dipengaruhi oleh tingkat kelembapan atau kadar air yang terdapat pada tanah, semakin lembap tanah maka semakin kecil pula hasil pembacaan nilai diskrit ADC pada sensor, demikian pula sebaliknya. Hal ini sesuai dengan prinsip kerja sensor, yakni memanfaatkan tingkat kelembapan tanah menjadi sebuah resistansi.

Pada Tabel 4.2 hasil pengujian sensor temperature, didapatkan hasil perbandingan antara sensor DHT22 dengan alat pengukur temperatur yang terdapat pada anemometer. Pada pengukuran suhu pada pukul 08.00 sampai dengan 10.00 nilai hasil pembacaan sensor sama dengan hasil pembacaan temperatur oleh anemometer. Pada pukul 11.00 sampai dengan pukul 12.00 suhu lingkungan yang terbaca oleh sensor mulai meningkat sehingga membuat nilai temperature yang sensor lebih besar dibandingkan hasil pengukuran oleh anemometer. Hal ini dipengaruhi oleh peletakan sensor temperatur DHT22 pada sistem di dalam sebuah kotak panel.

Pada Tabel 4.3 hasil pengujian pompa air, didapatkan hasil bahwa pompa air bekerja sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Meskipun tegangan yang bekerja pada pompa berada pada rentang nilai 208-211 volt AC, pompa masih



bekerja sesuai dengan perencanaan. Tegangan yang bekerja pada pin Arduino berada pada nilai 4,8 volt yang mampu mengaktifkan driver relay untuk melakukan aktivasi pada pompa air.

Pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 hasil pengujian pompa nutrisi dan aerator nutrisi, didapatkan hasil bahwa pompa nutrisi dan aerator nutrisi bekerja sesuai dengan perencanaan. Sama halnya dengan pompa air, meskipun dengan tegangan yang bekerja pada rentang 213-215 volt AC, pompa nutrisi dan aerator nutrisi dapat bekerja sesuai perencanaan. Tegangan yang bekerja pada pin Arduino yang digunakan pada keduanya berada pada nilai 4,8 volt, sehingga dapat mengatur aktivasi pompa nutrisi maupun aerator nutrisi dengan baik.

Pada Tabel 4.6 hasil pengujian pompa *sprayer*, didapatkan hasil bahwa pompa *sprayer* bekerja sesuai perencanaan. Tegangan yang bekerja pada pompa *sprayer* yakni sebesar 15 volt DC, sehingga pompa bekerja dengan baik, sedangkan tegangan pada pin Arduino bekerja pada nilai 4,8 volt, sehingga dapat mengatur aktivasi pompa *sprayer* dengan baik melalui *driver relay*.

Pada Tabel 4.7 hasil pengujian program LCD, di dapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan. Pada tampilan awal, LCD menampilkan tampilan awal yang menandakan bahwa sistem dalam keadaan siap untuk melakukan kerja. Pada tampilan utama program sistem, LCD menampilkan keterangan waktu secara *realtime* yang diperoleh dari RTC pada sistem. Pada saat melakukan pengecekan kondisi lingkungan, LCD menampilkan data dari sensor yang bekerja pada sistem. Pada saat sistem melakukan penyiraman, mengalirkan nutrisi, serta melakukan pengkabutan, LCD menampilkan keterangan kerja sistem yang sesuai.

Pada Tabel 4.8 hasil pengujian sistem terhadap tanaman, di dapatkan hasil berupa data pertumbuhan tanaman pada dua metode penanaman yang berbeda, yakni penanaman dengan metode sistem hidroponik, dan penanaman konvensional. Pada penanaman hidroponik pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan konvensional, hal ini terjadi karena pada metode penanaman secara hidroponik, tumbuhan sudah mendapatkan nutrisi yang sangat terpenuhi dari nutrisi hidroponik yang dialirkan sistem, sedangkan pada penanaman konvensional tanaman mendapatkan nutrisi hanya dari tanah yang belum diketahui kualitasnya.

#### **4.4 Aplikasi Hasil Penelitian**

Sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman dapat diaplikasikan pada bangunan rumah tanaman yang menggunakan metode penanaman tanaman secara konvensional dan hidroponik. Pada metode penanaman konvensional sistem dapat melakukan penyiraman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah, sedangkan pada metode penanaman hidroponik, sistem akan mengalirkan nutrisi secara berkala. Selain itu sistem juga akan menjaga kelembapan udara dengan melakukan pengkabutan secara otomatis.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman telah dirancang, dibangun, dan diuji. Sistem dapat melakukan penyiraman secara otomatis pada metode penanaman konvensional pada saat keadaan tanah dalam kondisi kering (nilai ADC terbaca 10 desimal) dengan tegangan yang terbaca oleh sensor sebesar 0,035 Volt, apabila tanah dalam keadaan lembap maka tegangan terbaca sebesar 2,43 Volt (nilai ADC terbaca 563 desimal). Pada saat pompa air aktif tegangan yang bekerja adalah sebesar 208-210,5 VAC, sedangkan tegangan pada pin output Arduino terbaca 4,8 VDC. Sistem dapat mengalirkan nutrisi pada metode penanaman hidroponik secara berkala dengan rentang waktu selama 5 menit setiap 2 jam sekali. Pada saat pompa nutrisi dan aerator aktif tegangan yang bekerja adalah sebesar 211-214 VAC, sedangkan tegangan pada pin output Arduino terbaca 4,8 VDC. Sistem melakukan pengkabutan dengan mengaktifkan *sprayer* pada lingkungan rumah tanaman selama 10 detik ketika keadaan terpenuhi yakni ketika temperatur yang terbaca sistem  $>37.0^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara kurang dari 55%. Tegangan yang bekerja pada *sprayer* sebesar 15 VDC, sedangkan tegangan pin Arduino terbaca 4,8 VDC.

Pengujian pada program LCD (*Liuid Crystal Display*) menunjukkan bahwa sistem dapat menampilkan kondisi tanah serta nilai temperatur dan kelembapan udara pada lingkungan sistem. Selain itu LCD dapat menampilkan peringatan-peringatan, diantaranya : peringatan ketika air habis, sistem melakukan penyiraman, sistem mengalirkan nutrisi, dan sistem melakukan pengkabutan.

Berdasarkan pengujian hasil kerja sistem terhadap tanaman, didapatkan hasil bahwa pada metode penanaman hidroponik, pertumbuhan tanaman lebih cepat dibandingkan dengan metode penanaman konvensional.

Kelamahan dari sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino pada rumah tanaman ini adalah :

1. Posisi sensor temperatur dan kelembapan udara yang berada di dalam kotak panel.
2. Tidak ada *output* atau keluaran untuk menindaklanjuti hasil deteksi sensor level air.
3. Kurang sebandingnya jumlah sensor dengan jumlah pot penanaman pada metode penanaman konvensional.
4. Sistem belum dapat melakukan pengisian air secara otomatis.
5. Sistem belum dapat melakukan penambahan dan pengaturan pH pada nutrisi hidroponik secara otomatis.

## 5.2 Saran

Berikut ini adalah saran yang muncul untuk penelitian selanjutnya :

1. Pemasangan sensor temperatur sebaiknya ditempatkan di luar kotak panel dengan perlindungan tersendiri, untuk menghindari kenaikan suhu yang signifikan dalam kotak panel saat temperatur lingkungan tinggi.
2. Penambahan jumlah sensor kelembapan tanah, dalam rangka menambah ketelitian sensor dalam membaca keadaan tanah pada pot-pot yang berbeda.
3. Penambahan subsistem untuk menanggapi sensor level air.

4. Pengembangan sistem diharapkan mampu mencakup pengisian air secara otomatis, dan melakukan pengaturan pH pada nutrisi hidroponik secara otomatis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2012). Tanaman. Retrieved March 13, 2017, from <https://id.wikipedia.org/wiki/Tanaman>
- Anonim. (2014). Pengertian Pompa. Retrieved May 23, 2017, from <http://pompaairfirman.com/blog/pengertian-pompa>
- Aosong Electronics Co., L. (n.d.). DHT22 Datasheet. Retrieved from <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- Ardian, D. (2016). RTC ds3231 to Arduino. Retrieved April 1, 2017, from <http://www.belajarduino.com/2016/08/rtc-ds3231-to-arduino.html>
- Arduino. (n.d.). Arduino Product : Arduino MEGA 2560. Retrieved February 5, 2017, from <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- Bakar, I. A. (2013). Kenapa Perlu Penyiraman Tanaman. Retrieved January 27, 2017, from <http://alamtanimoden.blogspot.co.id/2013/12/penyiraman-tanaman.html>
- Herry Suhardiyanto. (2010). *Teknologi Rumah Tanaman Untuk Iklim Tropika Basah : Pemodelan dan Pengendalian Lingkungan*. Bogor: IPB PRESS.
- Istiyanto, J. E. (2014). *Pengantar Elektronika & Instrumentasi (Pendekatan Project Arduino & Android)*. Yogyakarta: ANDI.
- Kadir, A. (2015). *Buku Pintar Pemrograman Arduino (Pertama)*. Yogyakarta: MediaKom.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2013). *Buku Teks Bahan Ajar Siswa : Irigasi dan Drainase*. KEMENDIKBUD RI.
- Kusrini, & Koniyo, A. (2007). *Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic & Ms. SQL Server*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Lingga, P. (1998). *HIDROPONIK Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: PT Penebar Swadaya.
- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2002). *ILMU KESUBURAN TANAH*. Yogyakarta: PENERBIT KANISIUS.
- Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1998). *Sayuran Dunia 2* (2nd ed.). Bandung: ITB Bandung.
- Sutarya, R., Grubben, G., & Sutarno, H. (1995). *Pedoman Bertanam Sayuran Dataran Rendah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- The Defense Acquisition University. (2001). *SYSTEMS ENGINEERING FUNDAMENTALS. System Engineering Fundamentals*. Virginia: The Defense Acquisition University Press.

Widyawati, N. (2013). *Urban Farming : Gaya Bertani Spesifik Kota*. Yogyakarta: LILY PUBLISHER.

Yahwe, C. P., Isnawaty, & Aksara, L. . F. (2016). Rancang bangun. *semanTIK*, 2, 97–110.

## **LAMPIRAN**